தமிழில் முடியுமா?

பௌதிக சாத்திரமும்
மாணவர்கள் தமிழில்
கற்கலாம் என்ப
தைக் காட்டுவதற்
கென்று எழுதிய சிறு
புத்தகம்

சக்ரவர்த்தி இராஜகோபாலாச்சாரி

ராக்ஹவுஸ் அண்டு ஸன்ஸ்
292, எஸ்பிளநேட், மதறாஸ்.

தமிழில் முடியுமா?

பௌதிக சாத்திரமும்
மாணவர்கள் தமிழில்
கற்கலாம் என்ப
தைக் காட்டுவதற்
கென்று எழுதிய சிறு
புத்தகம்

சக்ரவர்த்தி இராஜகோபாலாச்சாரி

ராக்ஷவுஸ் அண்டு ஸன்ஸ்
292, எஸ்பிளநேட், மதறாஸ்.

முன்னுரை

தமிழில் புத்தறிவு நூல்களைச் சொல்லிப் புகட்ட முடியுமா?

முடியும் என்பதைக் காட்ட இச்சிறு புத்தகத்தை வெளியிடலானேன். இது பொருள்நூலின் முதற்பகுதியில் மிகச் சிறிய ஒரு பாகமேயாகும். பொருள்நூல் மேல் தரப் படிப்பு முழுதும் தமிழில் நடத்தலாம் என்பதற்கு இப் புத்தகம் போதிய சான்றாகும் என்று நம்புகிறேன்.

ஆயினும், தைரியமும் தமிழன்பும் விடாமுயற்சியும் வேண்டும். போதிய காலமும் அவகாசமும் வேண்டும். இவையில்லாமற் போனதே நூல் முழுதும் நான் முடிக்காததன் காரணம். நானே இவ்வளவு செய்ய முடியுமானால் என்னைவிட அதிக தைரியமும் தமிழன்பும் முயற்சியும் கொண்ட புலவர்கள் இவ்வழியில் தமிழ்நாட்டுக்குப் பெரும்பணி செய்து முடிக்கலாம் என்பது விளங்கும்.

உயர்தர வகுப்பாசிரியர்கள் தங்கள் போதனாமுறை வாயிலாக தமிழுக்குச் செய்யக்கூடிய பணிக்கோ அளவே கிடையாது.

இருபத்தைந்து ஆண்டுகளுக்கு முன்னிருந்து எனக்குள்ள ஒரு பேராவலும் குறைபடா நம்பிக்கையும் புத்துயிர் அடையச் செய்த திருநெல்வேலி சொல்லாக்கக் கழகத்தாரின் ஊக்கமும் விடாமுயற்சியும் இப்புத்தகத்திற்கு மூலாதாரம். அக்கழகத்தின் முயற்சிகள் வெற்றிபெற இச்சிறு நூல் ஓரளவு உதவும் என்று எண்ணுகிறேன்.

கலாசாலைகளில் உயர்தர வகுப்புகளில் உபயோகப்பட்டு வரும் ஒரு ஆங்கிலப் புத்தகத்தை யொட்டி *இந்தத் தமிழ் மொழிபெயர்ப்பு செய்திருக்கிறேன். பல ஜோலிகளுக்கிடையில் செய்யப்பட்ட காரியத்தில் காணப்படும் பிழைகளை தமிழ்ப் பெரியோர்கள் மன்னித்து என் பணியை ஒப்புக் கொள்ளுமாறு வேண்டிக் கொள்ளுகிறேன்.

5—11—37]　　　　இரா.

---

* I am grateful to Messrs. Henry Holt and Company of New York for giving me permission to use their College Text-book of Physics by Dr. Kimball in bringing out this booklet.

பொருள் நூல்

பௌதிக சாத்திரங்களின் பொருளும் முறையும்

பிரகிருதியை இரண்டு பெரும் பகுதிகளாக வகுக்கலாம். ஒரு பகுதி உயிருள்ள பொருள்கள்: அதாவது தாவர பிராணி வகைகள்: செடி, கொடி, புல், பூண்டு, மனிதன், விலங்கு, பறவை, புழு, பூச்சி முதலியன. மற்றொரு பகுதி உயிரற்ற சடப் பொருள்கள். இரண்டாவதாக சொல்லப்பட்ட சடப் பொருள்களின் இயல்புகளைப் பற்றி ஆராய்ந்து கண்ட அறிவுத்தொகை, பௌதிக சாத்திரம் எனப்படும்.

சடப் பொருள்களை இரு வழியில் ஆராயலாம். (1) பொதுவாகச் சடப்பொருளின் நிலை விகாரங்களை ஆராயலாம். (2) சடப் பொருள் மேல் பலம் செலுத்தினாலாவது அதன்பேரில் வேறு சக்திகள் பற்றினாலாவது உண்டாகும் நிகழ்ச்சிகளை ஆராயலாம். இவ் விருவகை ஆராய்ச்சிகளும் பொருள்நூலில் அடங்கும். ஆகவே, எந்திர சாத்திரம், ஒலியியல், கனலியல், மின்னியல், காந்தவியல் முதலிய விஷயங்கள் பொருள்நூற் பகுதிகளாகும்.

வேறுபட்ட பொருள் வகைகளின் சிறப்பியல்புகளும், அவை ஒன்றோடொன்று சேரும்போது உண்டாகும் நிகழ்ச்சிகளும் இரசாயன சாத்திரத்தின் ஆராய்ச்சியாகும்.

சடப்பொருளின் பொது இலக்கணங்களும் பல்வேறு சக்திகளைப்பற்றியும் பொருள்நூலில் ஆராயப்படும். பல்வகைச் சடப் பொருள்களின் இயல்புகளும் இயைபு நிகழ்ச்சிகளும் இரசாயனத்தில் ஆராயப்படும். இரண்டு சாத்திரங்களும் சில விஷயங்களில் கலப்பது முண்டு. அத்தகைய கலப்பு ஆராய்ச்சிகள் பௌதிக ரசாயன மென்று சொல்லப்படும்.

Nature=பிரகிருதி
Matter=பொருள்
Physical Sciences=பௌதிக சாத்திரம்
Mechanical Force=பலம்
Forces=சக்திகள்
Heat=கனல்
Physics=பொருள் நூல்
Electricity=மின்சக்தி
Chemistry=இரசாயனம்
Physical Chemistry=பௌதிக ரசாயனம்

2. பௌதிக சாத்திரத்தின் நோக்கம்

பூத உலகத்தில் நாம் காணும் நிகழ்ச்சிகள் எண்ணிறந்த வகையாகத் தோன்றும். ஆயினும் தெளிந்த அறிவும் ஆராய்ச்சியும் அவைகளில் செலுத்தினால் நிகழ்ச்சிகள் அனைத்தும் ஒரு சில முறைகளுக்குள்ளேயே அடங்கி நின்று நடைபெறுவதைக் காணலாம். இவ்வாறு பௌதிக நிகழ்ச்சிகளை ஆராய்ந்து ஒரு சில பொது முறைகளின் கீழ் வகுத்து வருதலே பௌதிக சாத்திரத்தின் நோக்கம். எந்த நிகழ்ச்சியையும் சரிவர ஆராய்ந்து நிகழ்ச்சித் தொகையை தனிப்பகுதிகளாகப் பிரித்து, ஒவ்வொரு பகுதியும் நாம் கண்ட பொது முறைப்பாடுகளில் இன்ன முறைப்பாட்டின்படி நிகழ்ந்ததென்று தெளிந்து அமைத்து, நிகழ்ச்சித் தொகை முழுதும் அவ்வாறு பாகுபட்டு விட்டால் நிகழ்ச்சியை விளக்கிவிட்டதாகக் கொள்வோம். ஆதலினால், முறைபாகுபாட்டையே விளக்கம் என்று கொள்ளுகிறோம் என ஆயிற்று.

நிகழ்ச்சி விளக்கம்.

பௌதிக சாத்திரத்தில் ஒரு நிகழ்ச்சியை "விளக்குவது" எப்படியெனின், முதலில் அந்த நிகழ்ச்சிக்கு வாய்ந்த சூழ்நிலைகளைத் தெளிந்து அறியவேண்டும். நிகழ்ச்சிக்கு ஏதுவான சூழ்நிலைகளில் இன்றியமையாத பகுதிகள் எவையோ அவைகளைப் பகுத்தறியவேண்டும். இவ்வின்றியமையாத ஏதுநிலைமைகளைத் தனித்தனியாக ஆராய்ந்து அவைகளின் தனித்தனி நிகழ்ச்சிப் பயன்களைத் தீர்மானித்து, கூடிய வரையில் இவை இன்ன பொது முறைப்படி நிகழ்ந்தவை என்பதைத் தீர்க்கவேண்டும். இதுவே நிகழ்ச்சியின் "விளக்கம்".

பௌதிக விதிகள்

Laws = விதிகள்

ஆய்ந்து தீர்மானித்த பொது முறைப்பாடுகளுக்கு விதிகள் என்று பெயர். நாம் கண்ட நிகழ்ச்சி முறையை, பிரகிருதி ஆட்சியின் சாசனமாகக் கொண்டு விதி என்று

வைப்பது அறிவுநூல் வழக்கு. உதாரணமாக, ஒரு பந்தை ஒரு கட்டையால் அடித்தால், பந்து இயங்குகிறது. தோன்றிய இயக்கத்தின் விசையும் செல்திசையும் மூன்று காரணங்களைத் தொடர்ந்து நிற்பதாக வகுக்கலாம். கட்டையின் தாக்கு, பூமியின் அண்மை, வளியிடையில் பந்து செல்லும்போது உண்டாகும் வளியெதிர்வீச்சு. முதலில் நாம் பார்த்து ஆராயவேண்டியது: வளியகற்றிய வெட்டையில் எவ்விதத் தாக்காவது தள்ளுதலாவது இன்றி நழுவி விடப்பட்ட பொருள்கள் எவ்வாறு இயங்குகின்றன? அதாவது கட்டையின் தாக்கும் வளியெதிர்வீச்சும் நீங்கி நின்ற நிலைமையை ஆராயவேண்டும். எல்லாப் பொருள்களும் எந்த வடிவமாயினும் பருமனாயினும், ஒரே முறையில் பூமியை நோக்கிச் செல்வதைக் காண்போம். இந்த இயக்குமுறையைப் பொதுப்படுத்தி வீழ்பொருள் விதியென்று வைத்துக்கொள்ளலாம். இந்த விதியின்படியே கட்டையால் அடிக்கப்பட்ட நம்முடைய பந்தின் இயக்கத்தில் ஒரு பகுதியாக இருக்கவேண்டும். இரண்டாவதாக, பூமியின் கவர்ச்சியைத் தவிர்த்து, கட்டையினுடைய தாக்கினால் மட்டுமே பந்தினுக்கு உண்டாகக்கூடிய இயக்கத்தை வகுத்துத் தீர்மானிக்கவேண்டும். தாக்கப்பட்ட எந்தப் பொருளும் எவ்வாறு இயங்கும் என்று கண்ட பொதுமுறைப்பாடுகளுக்கு இணங்கவே பந்தின் இயக்கத்தில் ஒரு பகுதி உண்டானதாகக் காண்போம். அடுத்தபடியாக, காற்றினால் உண்டாகிய எதிர்வீச்சைச் சோதிப்போம். முதலில் அசைவற்றிருக்கும் ஒரு பொருளின் மேல் வளியின் செயல் எவ்வாறு என்று பார்த்துக்கொண்டு பிறகு வளியின் வழியாய் இயங்கும் ஒரு பொருளின் திசையும் விசையும் வளியின் எதிர்வீச்சினால் எவ்வாறு மாறுபடும் என்பதை ஆராய்வோம். வளியின் எதிர்வீச்சினால் வளியிடையில் இயங்கும் எல்லாப் பொருள்களும் எவ்வாறு சில பொதுமுறைகளின்படி விசை மாறுகின்றனவோ, அம்முறைகளின்படியே நம்முடைய பந்தும் இயக்க வேறுபாடு கொண்டதாகக் காண்போம்.

Science = அறிவுநூல்
Motion = இயக்கம்
Direction = செல்திசை
Air = வளி
Vaccuum = வெட்டை

Resistance = எதிர்வீச்சு

Circumstances=சூழ் நிலைகள்

இவ்வாறு எடுத்துக்கொண்ட நிகழ்ச்சியின் சூழ்நிலைத் தொகுதியை மூன்றாகப் பிரித்து அந்த மூன்று கூறுகளின் பயன் முறைகளை ஆராய்ந்து தொகுத்துப் பார்த்தால், எடுத்துக்கொண்ட பந்தின் இயக்கம் முழுதும் நாம் அதற்குமுன் கண்ட பொதுமுறைப்பாடுகளுக்கு உட்பட்டு நிகழ்ந்ததாகவே காண்போம். இதுவே நிகழ்ச்சியின் விளக்கமாகும்.

Uranus=யுரானம்

Astronomy=உடுசாத்திரம்

யுரானம் என்னும் கிரகத்தின் இயங்கு திசையை ஆராய்ந்த உடு சாத்திர கலைஞர்களிருவர் அந்தக் கிரகத்தின்மேல் படக்கூடிய எல்லாக் கவர்ச்சி சக்திகளையும், அதாவது சூரியன், கிரகங்கள் முதலியவைகளின் கவர்ச்சி சக்திகளனைத்தையும் கணக்கிட்டுத் தொகுத்தும் அந்தக் கிரகத்தின் இயக்கம் முழுதும் மேற்கூறியவண்ணம் விளங்கித் தீரவில்லை. ஆகையால் நாம் அதுவரையில் அறிந்த கிரகங்கள் தவிர வேறு ஒரு கிரகம் இருந்து அதனுடைய கவர்ச்சிப் பயனும் கலந்திருக்கவேண்டுமென்று உத்தேசித்து அத்தகைய அனுமான கிரகத்தின் இடமும் அளவும் கணக்கிட்டுக் குறித்து வைத்தார்கள். அவ்வாறே உண்மையில் பிறகு ஒரு கிரகம் இருப்பதாகத் தொலை நோக்கிக் குழாய் வைத்துக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டு அதற்கு நெப்த்யூன் (வருணன்) என்று பெயருமிடப்பட்டது.

Telescope=தொலை நோக்கி

பந்து பூமியை நோக்கி விழும் முறையைச் சோதித்து ஆராய்ந்தால் வீழ் நிகழ்ச்சிமுறையானது, பூமிக்கும் பந்துக்கும் இடையில் ஒரு கவர்ச்சி சக்தி இருந்து இயக்கினால், அதனாலுண்டாகும் நிகழ்ச்சியின் இயல்பும் அளவுமே என்று காணலாம். பிறகு அகிலவிசுவத்தில் எல்லாப் பொருள்களுக்கும் பரஸ்பர கவர்ச்சி உண்டென்றும், அந்தப் பொது விதியின்படியே பந்து தரைநோக்கி விழுகிறதென்றும் காணலாம்.

Universe=அகில விசுவம்

வெளியிடையில் பந்து இயங்கியபோது உண்டாகும் எதிர்வீச்சுங்கூட வெளியின் மேல் பட்ட தாக்கினால் அதில் உண்டான இயக்கமே என்றும், அதுவுங் கூட எப்பொருள் மேலும் பலம் தாக்கின் உண்டாகும் இயக்கத்தின்

பொது முறைப்பாட்டுக்குள்ளே அடங்கிய தென்றும் அறிவோம்.

இவ்வாறு பூத நிகழ்ச்சிகளை ஆராய்ந்து பாகுபடுத்திக் கொண்டு சென்றோமானால் இயற்கை நிகழ்ச்சிகளனைத்தும் மாறுபாடற்ற ஒழுங்குக் குள்ளே அடங்கி அமைந்து நிற்கும். நிகழ்ச்சிகளனைத்தும் வேற்றுமை குறுகிக்குறுகி ஒரு சில பொது விதிகளின் கீழ் நிற்கும். இந்த ஒழுங் காராய்ச்சியே பௌதிக சாத்திரத்தின் நோக்கம்.

ஆயினும், மனிதனுடைய அறிவுக்கும் அனுமானங் களுக்கும் கடைசி ஆதாரம் புலன்களைக் கொண்டு உணரும் அனுபவமே யாகு மாகையால், ஆழ்ந்து வகுத்துக் கொண்டு செல்லும்போது ஒரு வரம்பை அடைந்து அந்த வரம்பைத் தாண்டிச் சென்று காரணத்தை கண்டறிய முடியாது.

3. சோதனை

தாமாக நடைபெறும் நிகழ்ச்சிகளை ஆராய்வது போக, ஆராய்ச்சிக்காகவே நாம் வேண்டிய நிகழ்ச்சிகளுக்கு வாய்ந்த நிலைமைகளை அமைத்துக்கொண்டு நிகழும் பயன்களை ஆராய்வதற்குச் சோதனை என்று பெயர்.

Experiment = சோதனை

பௌதிக சாத்திர ஆராய்ச்சியில் இன்றியமையாதது சோதனை முறை. அனைவரும் கண்ட உண்மைகளை ஆதாரமாக வைத்துக்கொண்டு ஊகித்தே சில முக்கியமான புது உண்மைகளைக் கண்டுபிடித்திருப்பது முண்டு. ஆயினும் முடிவில் சோதனை முறையைக் கடைப்பிடித்தே தீர்க்க வேண்டும். அனுமான முறையில் முடிந்த முடிவைச் சோதனை முறையில் பரீட்சை செய்து வித்தியாசப்பட்டால், அனுமான முறையில் பிழை இருந்திருக்கவேண்டும், அல்லது அனுமானிப்பதில் சேர்த்துக் கொள்ள வேண்டிய சில விஷயங்களை விட்டிருக்கவேண்டும் என்றறியலாம். இவ்வாறு எதிர்பார்த்ததற்கும் பிரத்தியட்சத்திற்கும் வித்தியாசம் ஏற்பட்டு அதற்குக் காரணம் தேடும்போதும் பல புது உண்மைகளைக் கண்டிருக்கிறோம்.

சோதனை முறையில், நாம் முன் அனுமானித்த முடிவின் உண்மையைப் பரிசோதிக்கவும், புது நிகழ்ச்சிப் பயன்களைக் காணவும், நிலைமைகளை நாமாக அமைத்துக் கொண்டு பயனைச் சோதனை செய்கிறோம். சோதனையில் ஆதார சூழ்நிலைமைகளை ஒவ்வொன்றாக மாற்றி, அவ்வாறு மாற்றியதின் நிகழ்ச்சிப் பயனை முறையே கவனிப்போம். நிலைமைகள் ஒவ்வொன்றின் செயலையும் இவ்வாறு தனித் தனியாக நன்றாய் அறிவோம்.

4. காரண காரியத் தொடர்பு

பௌதிகசாத்திர சோதனாமுறையில் மூலக்கொள்கை என்னவென்றால் குறிப்பிட்ட காரணம் குறிப்பிட்ட பயனைத்தான் தரும் என்பது. காரணங்கள் மாறாவிடின் நிகழ்ச்சிப்பயனும் மாறாது. தவிர, ஒரு நிகழ்ச்சியின் காலமாவது இடமாவது மாறினும், அவ்வித மாறுதலானது முழு நிகழ்ச்சிக்குப் புறம்பாக நின்று, நிகழ்ச்சியிலடங்கிய எல்லா நிலைமைகளின் பரஸ்பர கால—இட—சம்பந்தத்தைத் தீண்டாவிடின், நிகழ்ச்சிப் பயனில் யாதொரு வேறுபாட்டையும் உண்டாக்காது. உதாரணமாக, நெய்யை நெருப்பு மேல் வைத்தால் உருகும். ஓடும் புகை வண்டியில் காலமும் இடமும் மாறினும், அவ்வண்டி ஒன்றில் நெருப்பு மேல் வைக்கப்பட்ட நெய் ஒரே விதமாக உருகும். இன்று, ஒரு கல்லை நாம் விழவிட்டால் அது எவ்வாறு விழுகிறதோ, அவ்வாறேதான், மற்றபடி நிலைமை எவ்விதத்திலும் மாறாவிடின் அடுத்த திங்கட்கிழமையிலும் அந்தக் கல் விழும். இந்த ஞாயிற்றுத் தொகுதி, அதாவது சூரியனும் அதைத் தொடர்ந்து சுற்றி நிற்கும் பூமி முதலிய அண்டங்கள் அனைத்தும் ஒன்றாகச் சேர்ந்து அகில விசுவத்தில் இடம் பெயர்ந்து இயங்கிக் கொண்டிருப்பதாக வைத்துக் கொள்வோம். அப்படி எல்லாம் சேர்ந்து ஒன்றாக மிகவும் வேகமாக இயங்கிய போதிலும், அவ்வித இயக்கத்தினால் உண்டான கால இட வேறுபாட்டால் மட்டுமே நாம் காணும் கல்லின் விழுமுறையில் மாறுபாடு உண்டாகாது : நம்முடைய காலமும் இடமும் சூரிய மண்டலத்திற்குள் அடங்கி நிற்கும் அகத் தொடர்பேயானபடியால் இவ்வாறாகும்.

Solar System = ஞாயிற்றுத் தொகுதி

Relative time and space relation = கால-இட-சம-அகத் தொடர்பு.

மேற் கூறிய காரண காரியத் தொடர்பு விதியும் கால—இட சம—அகத் தொடர்பு விதியும், மானிட அனுபவத்தில் கண்டவரையில் அனைவரும் ஒப்புக்கொள்ளத் தகுந்த கொள்கைகள். அக்கொள்கைகளின்றிப் பௌதிக சாத்திர ஆராய்ச்சி பயனற்றதாகும். அந்த ஆதாரத்தைக் கொண்டுதான் நம்முடைய அறிவுத்தொகை பெருகி வந்திருக்கிறது.

மூலக்கருத்துகள்

Fundamental conceptions = மூலக்கருத்துகள்

5. சக்தி

Force = சக்தி
Muscular effort = தேகபல நிகழ்ச்சிகள்
Spring = விற்சுருள்

சக்தியைப் பற்றிய நம்முடைய கருத்துக்கள் எல்லாம் தேக பலத்தின் நிகழ்ச்சிகளை அடிப்படையாக வைத்து உண்டாகிய உணர்ச்சிகள். ஒரு பாரத்தை எடுக்க வேண்டுமானால் தேக பலத்தை உபயோகிக்க வேண்டுமாகிறது. அப்படியே ஒரு பந்தை எறிவதிலும், ஒரு எஃகு விற்சுருளை அமுக்குவதிலும் தேகபலம் செலுத்துவதை உணர்கிறோம். ஒரு பாரத்தை நாம் தூக்கும்போது, பாரம் கீழ் இழுக்க, அதை எதிர்த்து மேலிழுப்பது சக்தி. அவ்வாறே பாரம் கீழ் நோக்கித் தள்ளுவதும் சக்தியே. தேகபலத்தால் உண்டாக்கக் கூடிய காரியத்தை வேறு விதத்தில் செய்வித்தால், அவ்வாறு நிகழ்த்துவதும் சக்தியே. ஒரு தாங்கு கொடுத்துப் பாரத்தை அதன்மேல் நிறுத்தி வைக்கலாம். மேடையின் மேல் வைக்கப்பட்ட ஒரு பாரம் கீழ் நோக்கி மேடையை அமுக்குகிறது. தேகபலத்தால் தூக்கிப் பிடிப்பதற்குப் பதில் அந்தத் தாங்குமேடையானது பாரத்தை மேல் நோக்கித் தள்ளுகிறது. அதாவது பாரத்திற்குச் சமமான சக்தியை மேல்நோக்கிச் செலுத்துகிறது.

ஒரு விளையாட்டுக் கட்டையைக்கொண்டு பந்தை வீசி அடித்தால், கட்டை பந்தின்மேல் சக்தி செலுத்துகிறது. கடிகாரத்தில் முடுக்கப்பட்ட விற்சுருள் அதைத் தடுத்து நிற்கும் விட்டுத்தடுக்கியின் மேல் சக்தி செலுத்துகிறது. தடுக்கியும் விற்சுருளின் மேல் சக்தி செலுத்துகிறது.

6. பொருள்

Matter = பொருள்
Sense of touch = ஊறுபுலன்
Muscular sense = தசை உணர்ச்சி

சூழ்ந்து நிற்கும் பல பண்டங்களின் உண்மையை நம்முடைய ஊறுபுலன் வழியாகவும் தசை உணர்ச்சியாலும் அறிகிறோம். பதார்த்தங்கள் இடத்தைக் கவர்ந்து வெவ்வேறு உருவங்கள் கொண்டு நிற்கின்றன. புறச் சக்திகள் தாக்கின் அவை தத்தம் உருவத்தைக் காத்துத் தடுத்துக் கொள்கின்றன. வெவ்வேறு உருவங்களும் இயல்புகளும் கொண்ட எல்லாப் பொருள்களையும் ஆராய்ச்சி செய்யப் புகும்போது, அவைகளனைத்தும் பொதுவாக பூதப் பொருள் அல்லது பொருளால் ஆன உருவங்கள் என்று வைத்துக் கொள்ளலாம். தங்கத்தாலான ஒரு ஆபரணம், வெள்ளியால் செய்யப்பட்ட ஒரு கிண்ணம், மண்ணால் ஆன ஒரு செங்கல், ஒரு கல், ஒரு இரும்புக் கம்பி முதலிய எல்லாவகை வஸ்துக்களும் பொருளால் ஆனவை. ஒரு தோற்றம், ஒரு சப்தம், ஒரு சக்தி, இவை நிகழ்ச்சிகள் ; பொருள்களல்ல. பொருள் இடத்தைக்கொண்டு நிற்கும். பொருளின் பொது இலக்கணங்களை ஆராய்வோம்.

Material substance = பூதப் பொருள்
Matter = பொருள்
General properties = பொது இலக்கணங்கள்

நாமறிந்த எல்லாப் பொருள்களுக்கும் நிறை உண்டு. அதாவது அவைகளை எடுக்க தசைபலம் செலுத்தவேண்டும். ஒரு தந்திச் சுருளில் எப்பொருளையாவது கட்டித் தொங்கவைத்தால், சுருள் நீட்டப்படும். "நிறை" என்பது, பொருளைப் புவிநோக்கி இழுக்கும் சக்தியே. ஒரு படி ஜலத்தின் நிறைக்கு இருமடங்கு இரண்டு படி ஜலத்தின் நிறை. ஆகையால் ஒரு வஸ்துவின் நிறையைக் கொண்டு அந்த வஸ்துவிலடங்கி நிற்கும் பொருளின் அளவை அறிகிறோம். நிறைக்கு நேர் வீதம் பொருண்மை.

Mass = பொருண்மை
Direct ratio = நேர்வீதம்
Inertia = சடத்துவம்

புவிநோக்கி இயக்கும் நிறையைத் தவிர, எல்லாப் பொருள்களுக்கும் சடத்துவம் என்னும் தன்மையுமுண்டு. ஒரு பொருளை இடம் விட்டு இயக்க, அதாவது குறிப்பிட்ட காலத்தில் குறிப்பிட்ட இடப் பெயர்ச்சி உண்டாக்க வேண்டின் ஓர் அளவு சக்தி செலுத்தவேண்டுமாகும்.

ஒரு பொருளைத் தனியாக எடுத்துக் கொண்டு அதைச் சூடாக்கலாம், தணியச் செய்யலாம், வளைக்கலாம், அமுக்கிச் சிறுகச் செய்யலாம், பருமன் கொள்ளச் செய்யலாம், முறுக்கி விடலாம். இவ்வாறு வடிவம் மாறினும் நிறை வேறுபடாது. சடத்துவமும் மாறுபடாது; அதாவது, அதை ஒரு நிமிஷத்தில் ஓரளவு இயக்க, முன்வேண்டிய சக்தியளவே வடிவம் மாறிய நிலையிலும் வேண்டுமாகும்.

ஒரு பொருளின் மாறுபடாத பொது இலக்கணம் அதன் நிறைகூட அல்ல, அதன் சடத்துவமே. பூகோளத்தில் ஓரிடத்திலிருந்து மற்றொரு இடத்திற்குக் கொண்டு போய் நிறை எடுத்துப் பார்த்தால் பொருளின் எடை ஓரளவு மாறுவதைக் காணலாம். சடத்துவம் எவ்விடத்திலும் ஒரு பொருளுக்கு ஒரே அளவாகி நிற்கும். ஆகையால் இந்த இலக்கணத்தைக் கொண்டுதான் பொருளின் அளவைத் தீர்மானித்தல் முடியும். இரண்டு வஸ்துக்களின் சடத்துவம் சமப்பட்டால் அந்த வஸ்துக்களின் பொருண்மைகளைச் சமம் என்போம். அதாவது இரண்டும் சம அளவான பொருள் கொண்டிருக்கின்றன*.

இவ்வாறு நிறையைத் தவிர்த்து, சடத்துவத்தை அளவையாகக் கொண்டு பொருண்மையைத் தீர்ப்பது சாத்திர முறையானாலும், சாதாரணமாக வஸ்துக்களின் பொருண்மையை அளப்பது நிறையைக் கொண்டேதான். ஏனெனின், ஒரு இடத்தில் பொருள்களின் எடை நிறுத்திப் பார்க்கும்போது, சம நிறை கொண்ட பொருள்கள் சம சடத்துவங் கொண்டவைகளுமாகும்.

7. பொருளின் அவிநாசத்துவம்

ஒரு பொருளின் சடத்துவ அளவைக் கொண்டு அளக்கப்பட்ட அதன் பொருண்மையை என்ன செய்த

---

* குறிப்பு: ஐன்ஸ்தைனரின் சித்தாந்தத்தின்படி இயக்க விசை அதிகமாக அதிகமாக ஓரளவில் பொருண்மை அதிகமாகிறது. ஆயினும் சாதாரண இயக்க விசைகளில் இந்தப் பொருண்மைப் பெருக்கம் மிக மிகச் சிறு அளவு, எந்த நுண்முறை அளத்தலுக்கும் தென்படாது.

போதிலும் மாற்ற முடியாது. நாமறிந்த எந்தவழியிலும் அதைக் குறைக்கவோ அதிகப்படுத்தவோ முடியாது. ஒரு மரக் கட்டையை வளைக்கலாம், முறுக்கலாம், அமுக்கிச் செறிவு கொள்ளச் செய்யலாம். ஆயின் அதன் பொருண்மையளவை மாற்ற முடியாது. இதுவேயல்ல— தீயில் சுட்டுச் சாம்பராக்கலாம். அதில் உண்டான வாயுக்களையும் ஆவிகளையும் சாம்பரையும் தொகுத்துச் சுற்றி நின்ற வளியிலிருந்து கொள்ளப்பட்ட வாயுப் பொருளை வேறுபடுத்தி அளந்தால், சுடப்பட்ட மரக்கட்டையி லிருந்த பொருண்மையளவே, சுட்டதனுலுண்டான சாம் பரும், ஆவிகளும், வாயுக்களும் கொண்டு நிற்பதை இர சாயன ஆராய்ச்சியில் காண்போம்.

இந்த உண்மைக்குப் பெயர் பொருளின் அவிநாசத் துவம். எண்ணிறந்த சோதனைகள் பொருள்நூலாராய்ச் சியிலும் இரசாயன ஆராய்ச்சியிலும் இதை ஊர்ச்சிதப் படுத்தியிருக்கின்றன.

8. பொருள் நிலைகள்

பொருள்வகைகள் தத்தம் வடிவத்தைக்காக்கும் சக்தியில் ஏற்றக்குறைவுபடுகின்றன. உதாரணமாக இரும்பு அல்லது செப்புப் பண்டங்களை எளிதில் வடிவம் மாற்றமுடியாது. இத்தகைய பதார்த்தங்கள் கட்டிப் பொருள்கள் அல்லது திண் பொருள்கள் அல்லது திணி என்று சொல்லப்படும். ஜலமும் வளியும் போன்ற பொருள்களுக்கு வடிவம் என்பது கிடையாது. இவை வெகு குறைந்த சக்திகளுக்கு இணங்கி இடப் விட்டுப் பாய்ந்து, எந்தப் பாத்திரத்தில் அவை கொள்ளப்படுகின் றனவோ அந்த வடிவத்தை கொள்ளும். இவைகளுக்குப் பாய்பொருள் என்று பெயர். சம்பூரணத் திணி பொரு ளும் கிடையாது; சம்பூரணப் பாய் பொருளும் கிடை யாது. மிகத் திட்பம் கொண்ட பொருள்களிலும் வடிவ விகாரம் உண்டாக்கலாம். மிக நன்ருகப் பாயும் நீர்போன்ற பொருள்களும் வடிவம் மாற்றும்போது ஓரளவு எதிர்க்கின் றன. நீர்த்துளிகளின் உருண்டை வடிவம் இதற்கு உதா

Solid= திணி

Fluid= பாய் பொருள்

Liquid= நீரி

ரணம். சிற்சில பொருள்களைப் பற்றித் திணியென்ருவது பாய்பொருள் என்ருவது வகுத்துச் சொல்வது கடினம்.

பாய் பொருள்கள் இருவகையாகப் பிரியும். சில, நீர் போன்றவை, நீரிப் பொருள்கள்; சில, வாயுப் பொருள்கள். நீரியின் இலக்கணம், (1) அமுக்கத்தினல் பருமன் குறை யாது, (2) நிலையான மேல் பரப்பு ஒன்றைத் தானுகக் கொள்ளும். ஒரு பொருண்மை அளவு நீரிப் பொரு ளுக்கு அநேகமாக ஒரு முகத்தலளவும் தீர்மானிக்கலாம்; நிலையான வடிவமில்லாவிடினும் நீரிகளுக்கு நிலையான பருமனுண்டு. நீரிப் பொருளுக்கு உதாரணம் ஜலம். எந்தப் பாத்திரத்தில் தங்கி நிற்கிறதோ அந்த வடிவம் கொள்ளும். ஆனல் அளவுமாருது; ஒரு படி ஜலம் எந்தப் பாத்திரத்தி லும் ஒரு படியாகவேதான் இருக்கும்.

Free surface= நிலையான மேல்பரப்பு

Bulk= பருமன்

வாயுக்கள் இவ்வாறல்ல. அவையும் பாய்பொருள் கள். நீரியைப்போலவே ஒரு பாத்திரத்திலிருந்து இன் ெனாரு பாத்திரத்திற்குச் செல்லும்; கொண்ட பாத்திரத் தின் வடிவத்தை வாயுவும் கொள்ளும். ஆனல் வாயுப் பொருளுக்கு நிலையான மேல்பரப்பு என்பது கிடையாது. எந்த அளவானுலும் கொண்ட பாத்திரம் எவ்வளவு பெரிதானுலும் முழுதும் நிறைந்துவிடும். வாயுப் பொரு ளுக்கு நிலையான பொருண்மையளவு உண்டு. ஆனல் நிலையான வடிவமாவது பருமனளவாவது கிடையாது. அதன் வடிவமும் பருமனளவும் பாத்திரத்தின் வடிவமும் அளவும் ஆகும். சாதாரணவாயு அல்லது வளி வாயுப் பொருளுக்கு அனைவரும் அறிந்த உதாரணமாகும்.

Gas= வாயு

Air= வளி

அளத்தலும் மூல அளவைகளும்

9. அளவு

ஒரு நிகழ்ச்சியை ஆராயும்போது அதில் சம்பந்தப் பட்ட அளவுகளை யெல்லாம் சரியாக அளந்தெடுப்பது மிகவும் முக்கியம். சென்ற இருநூறு ஆண்டுகளில் பொருள்நூலில் அறிவுத் தொகை மிகவும் வளர்ந்ததற் குக் காரணம் ஆராய்ச்சிகளில் பிழையின்றி அளவுகளை எடுப்பதின் அவசியத்தை அறிந்ததேயாகும்.

அளத்தல் என்பது ஒருவித ஒப்பிடலேயாகும். ஒரு பொருளின் அளவு என்றால், குறிப்பிட்ட ஓர் அளவு கொண்ட அதே பொருளுடன் அளவிட வேண்டிய அப்பொருளை ஒத்துப் பார்ப்பதேயாகும். அவ்வாறு குறிப்பிடப்பட்ட அளவுக்கு மூல அளவை என்று பெயர். யாதாயினும் ஒரு நீளத்தை அளக்கவேண்டுமானால், நீட்ட மூல அளவையானது கொடுக்கப்பட்ட நீட்டத்தில் எம் மடங்கு கொள்ளும் என்பதைப் பார்ப்போம்.

அளக்கவேண்டிய பொருளும் மூலஅளவைப் பொருளும் ஒரு இயல்பினதாக யிருத்தல் வேண்டும். ஒத்த பொருள்களைத்தான் ஒப்பிடுதல் முடியும். எத்தனை வகை அளவுகள் எடுக்க வேண்டுமோ அத்தனை வகை மூல அளவைகள் இருக்க வேண்டும்.

10. தனி அளவைகள்.

Measure= அளவை
Unit= மூல அளவை
Fundamental Unit= ஆதார மூல அளவை

நமக்கு வேண்டிய மூலஅளவைகளை ஒன்றையொன்று பற்றி நில்லாதவையாக எடுத்துக் கொள்ளலாம். நீட்டளவுக்கு அங்குலத்தை மூல அளவையாகவும், பரப்பளவுக்குச் சதுர அடியை மூல அளவையாகவும், முகத்தலளவுக்கு ஒரு படியையும் வைத்துக் கொள்ளுவதில் பிழையில்லை. ஆனால் இவ்வாறு கொண்டால், நிகழ்ச்சிகளை ஆராய்ந்து பல வேறு அளவுகள் எடுக்கும்போது அசவுகரியம் நேரிடும். மூல நீட்டளவையாக அங்குலத்தைக் கொண்டபின், சதுர அங்குலத்தைப் பரப்பல் மூல அளவையாகவும், பருமன் அங்குலத்தை முகத்தலளவுக்கு மூல அளவையாகவும் வைத்துக் கொள்ளுவதே கணித்தல் வேலைக்குச் சவுகரியம் தரும். மற்ற மூல அளவைகளும் இவ்வாறே பரஸ்பர சம்பந்தத்தை ஒட்டி நிருமாணித்துக் கொள்ளலே நலமாகும். முதலில் ஒரு சில ஆதார முதலளவைகளைத் தீர்த்துக்கொண்டு அவைகளிலிருந்து அவை யொட்டிய மற்ற முதலளவைகளைத் தீர்த்துக் கொள்ளலாம்.

பரஸ்பர சம்பந்தமில்லாத பொருள்களுக்கு ஒரு சில ஆதார மூல அளவைகளை வேண்டியவாறு தீர்த்துக்

கொண்டு, பரஸ்பர சம்பந்தமுள்ள அளவுகளுக்கு முதலில எடுத்துக்கொண்ட ஆதார மூல அளவைகளை வைத்தே அளவைகளை உண்டாக்கிக் கொள்ளல் **தனியளவை முறை** என்று சொல்லப்படும்.

Absolute system of units = தனியளவை முறை

11. ஆதார அளவைகள்

பிரகிருதியில் நிகழும் நிகழ்ச்சிகளனைத்தும் காலம், இடம், பொருள் இம்மூன்றும் கொண்டு தோன்றும். ஆகையால் பொருள்நூலுக்கு வேண்டிய ஆதார மூல அளவைகள் இம்மூன்றை அளக்க வேண்டிய மூல அளவைகளாகும். அவையாவன: மூலக் கால அளவை, மூல நீட்டலளவை, மூலப் பொருண்மையளவை. நீளம், காலம், பொருண்மை இவைகளைப் பிழையின்றித் திருத்தமாக ஒப்பிடல் முடியும். ஆகையால் இவைகளுக்கு மூல அளவைகள் ஏற்படுத்திக் கொண்டால், மற்றபடி வேண்டிய மூல அளவைகளை இந்த ஆதார அளவைகளிலிருந்து நிருமாணித்துக் கொள்ளல் எளிதாகும்.

Unit of Mass = மூலப் பொருண்மை அளவை

C. G. S. = கீநூ. சீ. வி.

பொருள்நூற் புலவர்கள் "கீநூ. சீ. வி" முறையென்ற **கீழ்நூறுகோல், சீரேடை, விஞடி,** இவைகளைக் கொண்ட தனியளவை முறையைச் சாதாரணமாக உபயோகித்து வருகிறார்கள். **கீழ்நூறுகோல்** என்பது **கோலில்** நூற்றில் ஒரு பகுதியான மூல நீட்டலளவை. **சீரேடை** என்பது மூலப் பொருண்மையளவை. **விஞடி** மூலக்கால அளவை. இந்த அளவைமுறையை உலகத்தில் பொருள்நூற் புலவர்கள் அனைவரும் உபயோகிப்பதால் இதை வைத்துக் கொள்ளுவதில் அதிக சவுகரியமுண்டு. ஒரு நாட்டார் செய்த ஆராய்ச்சிப்பயனைப் பிற நாட்டார் தெளிவாகப் பிழையின்றி அறியமுடியும். ஆனால் தனியளவை முறை எவ்விதமாகவேனும் அமைத்துக் கொள்ளலாம். எந்த ஆதார மூல நீட்டலளவையும் பொருண்மை அளவையும் கால அளவையும் வைத்துக்கொண்டு வேலை நடத்தலாம். இவ்வாறே ஆங்கிலம் பேசும் நாடுகளில்

Metre = கோல்
Decimeter = கீழ்பத்து கோல்
Centimeter = கீழ்நூறு கோல்
Gram = சீரேடை
Second = விஞடி

Cubic Decimeter = பரும கீழ் பத்து கோல்

அடி—ராத்தல்—விநாடி என்ற ஆதார மூல அளவை முறையைப் பலர் கைக்கொண்டிருக்கிறார்கள்.

12. நீட்டலளவை

$\frac{1}{100}$= கீழ்நூறு

$\frac{1}{1000}$= கீழாயிரம்

"கீ நூ. சீ. வி." முறையில் ஆதார மூல நீட்டளவை கீழ்நூறு கோல், அதாவது கோல் என்ற நீட்டலளவில் நூற்றில் ஒரு பகுதி என்றோம். "கோல்" என்பது பாரிஸ் நகரத்தில் அரசாங்கக் காப்பில் வைக்கப்பட்டிருக்கும் ஒரு பளிதனச் சட்டத்தின் நீளமாகும். பனிக்கட்டி கரைந்து நீராகும் அனற்பதனில் அந்தச் சட்டத்தின் நீட்டத்தை அளந்தெடுத்தால் "கோல்" நீட்டலளவைத் திட்டமாகும். பிரான்சு அரசாங்கத்தாருக்காக போர்தா என்பவர் இந்தச் சட்டத்தை செய்து திட்டப் படுத்தினார். கி-பி. 1799 ஆண்டில் இதை உலகம் முழுதும் அளவையாகவேண்டும் என்றநோக்கத்துடன் அந்த அரசாங்கத்தார் அங்கீகரித்தனர். பூகோளத்தின் நடுக்கோட்டிலிருந்து துருவமுனைக்குள்ள தொலையில் கீழ்க் கோடிப் பகுதியே இந்தச் சட்டத்தின் நீளமாக எண்ணி அமைக்கப்பட்டது. நடுக்கோட்டுக்கும் துருவமுனைக்குமுள்ள தொலையைத் துருவ வரையாக அளவுகண்டெடுத்து அதில் ஒரு கோடியில் ஒரு பகுதியைச் சரிவரக் கணக்கிட்டால், போர்தா அமைத்த சட்டத்தின் நீளத்திற்குச் சிறிது வித்தியாசம் ஏற்படுவதாக இப்போது அறிவோம். அதாவது பூகோளத்தின் நடுக்கோட்டிலிருந்து துருவ முனைக்கு 1 கோடி கோல் இருக்க வேண்டி அமைத்த திட்டக் கோலை வைத்துப் பார்த்தால் உண்மையில் 1 கோடிக்குமேல் 2288 கோல்கள் இருப்பதாக அறிவோம். ஆயினும் பாரிஸ் நகரத்தில் அமைக்கப் பெற்ற கோலே பிரமாணமாக நிலை பெற்றிருக்கிறது. அதுவே கோலின் நீளம். பூமியின் அளவை வைத்து அதைப் பிழையறத் திருத்த முயலவில்லை. ஆங்கில நீட்டலளவை, ஆங்கில அரசாங்கக் காப்பில் வைத்திருக்கும் வெண்கலச் சட்டம் ஒன்று. அதில் இரண்டு தங்க ஆணிகளமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. 62^{0} நாள அனற்பதனில் அந்த இரண்டு தங்க ஆணிகளின் மையங்களுக்கிடையிலுள்ள நீட்டம் ஒரு

Platinum = பளிதனம்
Temperature = அனற்பதன்

Equator = நடுக்கோடு
Pole = துருவமுனை

Meridian = துருவ வரை

62^{0} F = 62^{0} நாள
Yard = கெஜம்

கெஜம் என்று பெயர் கொள்ளும். இதுவே அடி, அங்குலம், இவைகளுக்கு ஆதாரம். 3 அடி = 1 கெஜம். 12 அங்குலம் = 1 அடி. ஆங்கில தேசத்தில் வழக்கத்திலிருந்து வந்த கெஜக் கோல்களின் சராசரி அளவாக திட்டப் படுத்தியதே ஆங்கில கெஜம். கை நீட்டிய மாரில் பாதியாக முதலில் இது வழக்கத்துக்கு வந்திருக்கலாம் என்று ஊகிக்கப்படுகிறது.

1 கெஜம் = 91·43835 கீழ்நூறு கோல்.
1 அடி = 30·47945 கீழ்நூறு கோல்.
1 அங்குலம் = 2·54 கீழ்நூறு கோல்.
1 மைல் = 1·60935 ஆயிரக் கோல்.
1 கோல் = 39·37 அங்குலம்.

Kilometer = ஆயிரக் கோல்

13. பொருண்மையளவை

கீ நூ. சீ. வி. முறையில் மூலப் பொருண்மை யளவை சீரேடை என்றுசொன்னோம். பாரிஸ் நகரத்தில் அரசாங்கக் காப்பில் வைக்கப்பட்டிருக்கும் பளிதனக் கட்டி யொன்றுண்டு. அதன் பொருண்மையளவில் ஆயிரத்தில் ஒரு பகுதிக்குப் பெயர் சீரேடை. அந்தப் பளிதனக் கட்டியின் பொருண்மையளவு ஆயிரச்சீரேடை. இதை எவ்வாறு தமுலில் திட்டப்படுத்தியதென்றால், 4° ச அனற்பதனில் ஒரு பரும கீழ்பத்து கோல் சுத்த வடி நீரின் பொருண்மைக்குச் சமானமான பளிதனக் கட்டி நிறை எடுத்து அமைக்கப் பெற்றது. ஆகையால் ஒரு சீரெடை ஒரு பரும கீழ்நூறு கோல் வடி நீரின் பொருண்மையளவாகும். ஜலம் 4°ச அனற்பதனில் மேல் வரம்புச் செறிவு கொள்ளும். அந்த அதிகச் செறிவு கொண்ட வடிநீர் 1 பரும கீ-நூ-வின் நிறையும் 1 சீரெடையும் ஒன்றேயாகும்.

இவ்வாறு பருமகீழ்நூறும் சீரெடையும் சம்பந்தப்பட்டிருப்பதில் மிக்க சவுகரியமுண்டு. ஒழுங்கற்ற வடிவங்கொண்ட ஒரு கலத்தின் கொள்ளளவை, அது கொள்ளும் நீரின் எடையிலிருந்து தீர்மானித்து விடலாம். ஆனால் சீரெடைக்கும் பரும கீழ்நூறுக்கும் உள்ள இந்தச் சம்பந்தம் மூல நீட்டலளவைக்கும்

Kilogram = ஆயிரச் சீரெடை

4° C = 4° ச

Distilled water = வடிநீர்

Maximum = மேல் வரம்பு

Density = செறிவு

Cubic centimeter = பரும கீழ்நூறு

பருமனளவைக்குமுள்ள நேர் சம்பந்தம் போன்றதல்ல. ஒரு கீழ்நூறு வடிநீருக்குப் பதில் ஒரு கீழ்நூறு இரசம், அல்லது செம்பு, அல்லது வேறெந்தப் பொருளையாவது கொண்டு மூலப் பொருண்மையளவை திட்டம் செய்திருந்தால் அதில் குற்றமொன்று மிருந்திருக்காது. வடிநீரின் நிறையைக்கொண்டு சீரெடையைத் திட்டம் செய்திருந்தபோதிலும், நீரின் பொருண்மையளவை குறிப்பிட்ட அனற்பதனில் எடுப்பதைவிட இரண்டு கட்டிகளின் நிறைகளைப் பிழையற அளத்தல் எளிதாகையால், பாரிஸ் நகரத்தில் வைக்கப்பட்டிருக்கும் பளிதனக்கட்டியே தற்போது சீரெடையளவைக்கு ஆதாரமாகி நிற்கிறது. பொறி இயலில் சாதாரணமாக வழங்கும் மூலப் பொருண்மையளவு இராத்தல்.

Engineering = பொறி இயல்

1 இராத்தல் = 453·59 சீரெடை

14. கால அளவை

காலத்தை அளப்பது பொருள்களின் இயக்கத்தைக் கொண்டே. இரண்டு கால இடைப் பகுதிகளை ஒப்பிட வேண்டுமானால், ஒரே பொருள் ஒரே காரணமாக இயங்குவதை வைத்து இரண்டு காலப் பகுதிகளில் இயங்கும் தொலைகளை ஒப்பிட்டு உணர்கிறோம். சம தொலை இயங்கின், சம காலம் என்கிறோம். ஆகாயத்திலுள்ள சூரிய சந்திராதிகளின் இயக்கத்தைக் கொண்டே காலத்தை அளப்பது வழக்கம். அவைகளினின்று தான் கால அளவைகள் திட்டப்படுத்தப்பட்டிருக்கின்றன. பூமி தன்னைத் தான் சுற்றிச் சுழலும் ஒரு சுழற்சியை மூல கால அளவையாக வைத்து கொள்ளுவது இயல்பாகும். குறிப்பிட்ட ஒரு நட்சத்திரம் ஆகாயத்தில் தொடர்ந்து இரு முறை உச்சி ஏறுவதைக் கவனித்தால் ஒரு நாள் என்று ஆதார கால அளவைத் திட்டமாகும். இவ்வாறு கணக்கிடப்பட்ட காலத்திற்கு உடு நாள் என்று பெயர். அதிலிருந்து உடு வினாடி திட்டமாகும்.

Siderial second = உடு வினாடி

வானக் கலைஞர்கள் கணக்கிட்டதில் உடு நாளின் அளவு சென்ற 3000 வருஷங்களில் ஒரு வினாடியில் 30ல் ஒரு பங்குக்கு மேல் மாறவில்லை என்று அறிகிறோம்.

சாதாரணமாக ஒரு நாள் என்பது நட்சத்திரங்களின் இயக்கத்தையிட்டு அளக்கப்படுவதில்லை; ஞாயிற்றின் இயக்கத்தைக் கொண்டே அளவிடப்படும். ஞாயிறு உச்சியேறிய காலத்தை மத்தியானம் என்போம். இரண்டு மத்தியானத்திற்கு இடையில் செல்லும் காலம் ஒரு பரிதி நாள். இதுவே நாழிகைத்தட்டு காட்டும் காலமாகும். ஒரே விசையாக ஓடுமாறு செய்யப்பட்ட யந்திரங்களாகிய கெடிகாரங்களைக் கொண்டு, ஒரு பரிதிநாளை வேறொரு பரிதிநாளுடன் ஒப்பிடக்கூடும். இப்படி ஒப்பிட்டுப் பார்த்ததில் பரிதிநாட்கள் ஓரளவாகவே யில்லை என்பதை அறிந்தோம். ஒரு வருஷத்தில் நிகழும் பரிதி நாட்களின் சராசரி கால அளவுக்குச் சராசரி பரிதிநாள் என்று பெயர்.

Solar day = பரிதி நாள்

Sun-dial = நாழிகைத் தட்டு

Mean Solar day = சராசரி பரிதி நாள்

எந்திர சாத்திரம்

Mechanics = எந்திர சாத்திரம்

பொது விவரிப்பு

15. விஷய இலக்கணமும் வரம்புகளும்

எந்திர சாத்திரம் என்பது பொருள்களின் இயக்கங்களைப் பற்றியும், அவ்வியக்கங்களைச் சக்திகள் எவ்வாறு உண்டாக்குகின்றன, எவ்வாறு மாற்றுகின்றன என்பதைப் பற்றியும் விளக்கும் நூற்பகுதி. இடம்பெயரும் இயக்கங்களுடன், மீள்சக்தி கொண்ட பொருள்களின் வடிவமும் பருமனளவும் மாறுபடச் செய்யும் இடம்பெயரா இயக்கங்களும் இதிலடங்கும். அதாவது, ஒரு உருக்குவில் வளைப்பது, வாயுவை அமுக்குவது முதலியவைகளைப் போன்ற இயக்கங்களும். இத்தகைய பருமனளவு வடிவ மாறுபாடுகளுக்கு விகாரங்கள் என்று பெயர். சக்தி பற்றியுங் கூட இவ்வித மாறுபாடுகள் நிகழாத பொருள்கள் கட்டிப் பொருள்கள் எனப்படும்.

Elaslicity = மீள் சக்தி

Rigid body = கட்டிப் பொருள்

Strain = விகாரம்

உண்மையில் சக்தி பற்றிய எப்பொருளும் ஓரளவு முறுக்கவும் அமுக்கவும் படும். ஆயினும் இவ்வித விகாரங்கள் வெகு சிறு அளவுக்குள் நின்று, பொருளின் இயக்

Strain in elastic bodies = மீள்விகாரங்கள்

கத்தைக் கவனிக்கும்போது இந்தப் பரும வடிவ மாறுபாடுகள் கவனிக்கத் தகுந்த அளவு இல்லையாகில், ஆராய்ச்சியில் அப்பொருளைக் கட்டிப் பொருளாகவே கருதலாம். ஒரு எந்திரக்கல்லின் சுழற்சியை அல்லது ஒரு பீரங்கியிலிருந்து வெளியேறும் வெடிகுண்டின் இயக்கத்தை ஆராயும் போது அவை இரண்டிலும் பரும வடிவ மாறுபாடுகள் ஏற்பட்டிருப்பது உண்மையாயினும், அதை நீக்கிவிட்டே, இயங்கும் பொருள்கள் பழுதற்ற கட்டிப்பொருள்களாகவே வைத்துக் கொண்டு ஆராயலாம்.

Perfect = பழுதற்ற

எந்திர சாத்திரம் சாதாரணமாக இரு பகுதிகளாகச் சொல்லப்படும். (1) இயக்கத்தை மட்டும் கவனித்து அதை உண்டாக்கும் சக்திகளைக் கவனியாது, பலவகை இயக்கங்கள் மீள்விகாரங்கள், இவைகளின் இலக்கணத்தை ஆராய்வது ஒரு பகுதி. இதற்குப் பெயர் இயக்க விலக்கணம். (2) சக்திகளையும் கவனித்து அவைகளால் எவ்வாறு இயக்கங்களும் மீள்விகாரங்களும் உண்டாகி வேறுபடுகின்றன என்பதை ஆராயும் பகுதிக்கு சக்தியிலக்கணம் என்று பெயர். சக்தியிலக்கணத்தை இருபகுதிகளாகப் பிரித்தோதுவது வழக்கம். (1) நிலையியல் (2) இயக்கவியல். நிலையியல் என்பது அசைவற்றுச் சமநிலையில் நிற்கும் பொருள்களைப் பற்றியும், பல சக்திகள் தம்முள் ஈடு கொண்டு, பற்றிய பொருள் அசையாமல் நிற்கும் நிலையைப்பற்றியும் ஆராயும் சக்தியிலக்கணப் பகுதி. இயக்கவியல் என்பது சக்திகளின் பயனுகப் பொருள்களின் இயக்க வேறுபாடுகளை ஆராயும் பகுதியாகும்.

Kinematics = இயக்க விலக்கணம்
Dynamics = சக்தி யிலக்கணம்
Statics = நிலையியல்
Kinetics = இயக்க வியல்

16. பற்றிய இயக்கம்

இயக்கவிலக்கணத்தில் காணும் கருதுபொருள்களும் அவைகளின் இலக்கணமும் ஆராய்வோம். இயக்கம் என்பது எப்போதும் பரஸ்பர இயக்கமேயாகும். ஒரு பொருள் தன் இடத்தை விட்டு அசைந்தால் அது இயங்குவதாகச் சொல்லப்படும். சுற்றி நிற்கும் பொருள்களைப் பற்றியே, அதாவது அவைகளுக்கும்

Relative motion = பற்றிய இயக்கம்
Ideas = கருது பொருள்கள்

அதற்கும் உள்ள தொலையைக் கணக்கிட்டுத்தான் ஒரு பொருளின் இடத்தைத் தீர்க்க முடியும். ஆகையால், ஒரு பொருள் இயங்கிற்றென்றால், வேறு சில பொருள்களை ஒப்பிடலுக்கு வைத்துக்கொண்டு அவை இயங்கவில்லையாகக் கருதி, அவைகளின் இடங்களைக் குறிகளாக நியமித்துக் கொண்டு நாம் கவனித்த பொருள் அவைகளினின்று தொலை வேறுபட்ட தென்பதேயொழிய வேறில்லை. ஏதேனும் ஒரு பொருளை இயக்கமின்றி அசைவற்றதாகக் கருதி அதனுடன் தொலை ஒப்பிடாமல் எந்த இயக்கத்தையும் அறிவது முடியாது. ஆகையால் இயக்கம் அனைத்தும் பரஸ்பர இயக்கமே யொழிய வேறில்லை யென்பது முடிவு. பரஸ்பர இயக்கத்திற்குப் பற்றிய இயக்கம் என்று பெயர். ஒரு பொருள் அசைவற்றிருப்ப தென்றால், புவிப்பரப்பில் நாமிருக்கும் பிரதேசத்தில் ஓரிடத்தைப்பற்றி இயக்கமில்லை என்பதே யொழிய வேறன்று.

17. இடப்பெயர்ச்சி

Displacement = இடப் பெயர்ச்சி

பொருள் ஒரு இடத்திலிருந்து மற்றொரு இடத்திற்கு இயங்கின், இவ்விரு இடங்களுக்கு மிடையிலுள்ள நேர் கோட்டின் அளவு பொருளின் இடப்பெயர்ச்சி எனப்படும். ஒரு இடப்பெயர்ச்சியை முழுதும் விளக்க வேண்டின் அதன் அளவும் செல்திசையும் இரண்டும் காட்டப்பட வேண்டும்.

Direction = செல்திசை

ஒரு நீண்ட கட்டிப்பொருள் இடம்பெயர்ந்தால் அதன் எல்லா ஓரங்களும் முன்னிருந்த நிலைக்குச் சம இடையாகவே நிற்குமாறு இடம் பெயரலாம். இவ்வகை இடப்பெயர்ச்சியில், பொருளின் எல்லாக் கூறுகளுமே அளவிலும் செல்திசையிலும் சம இடப்பெயர்ச்சி அடையும். இதற்கு நேர் இடப்பெயர்ச்சி யென்று பெயர். அதாவது சுழற்சியற்ற நேர் இடப்பெயர்ச்சி. சாதாரணமாக, கட்டிப் பொருள்கள் இடம் பெயர்ந்தால் ஓரளவு சுழற்சியும் கலந்தே இடம்பெயரும். ஆகையால் அத்தகைய கலப்பு இடப்பெயர்ச்சியை இரு கூறாகப் பிரித்துக் கொள்

லாம். பொருளில் ஏதேனும் ஒரு புள்ளியைக் குறித்துக் கொண்டு அந்தப் புள்ளி நேர் இடப்பெயர்ச்சி கொண்டதாக ஒரு கூறு; அதன் மேல், அப்புள்ளியை நிலையாக்கிக் கொண்டு அதன் வழியாகச் செல்லும் ஒரு ஆய வரையைச் சுற்றி பொருள் சுழன்றதாக ஒரு கூறு. இரண்டு கூறுகளும் தொகுத்து முழு இடப்பெயர்ச்சியைக் கொள்வோம்.

Point= புள்ளி

Axis= ஆயவரை

Quantities =அலகுகள்

Vectors= இயங்கலகுகள்

Scalars= அளவையலகுகள்

18. இயங்கலகுகளும் அவைகளின் குறியீடும்

தொகுதியளவும் திசையும் கலந்த அலகுகளுக்கு இயங்கலகுகள் என்று பெயர். திசை யென்ற கருத்தே கலவாத அளவு தொகுதிகளுக்கு அளவையலகுகள் என்று பெயர். இடப்பெயர்ச்சிகள், விசைகள், சக்திகள் இவைபோன்றவைகளை அளந்து சொல்லும்போது அவைகளின் அளவு மட்டும் குறித்தால் போதாது; அவை எத்திசை நோக்கி நிகழ்ந்தனவோ அதையும் குறித்தல் வேண்டும். இவை இயங்கலகுகள். அதாவது தொகுதியும் திசையும் ஆக இரண்டும் குறித்த அலகுகள். ஒரு பொருளின் பருமனளவு, செறிவு, பொருண்மை, வினைத்திறம் முதலியவைகளில் திசைக்கருத்து கலப்பது கிடையாது. ஆகையால் இவை வெறும் அளவையலகுகள்.

Representation= குறியீடு

Straight line= நேர்வரை

Scale= அளவை முறை

Diagram= வரைப்படம்

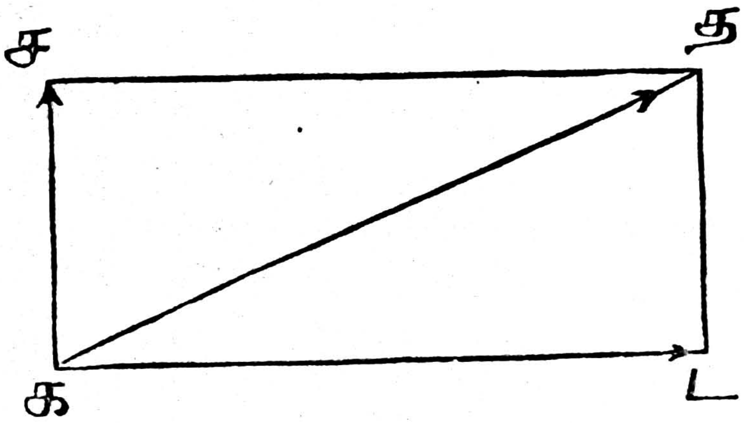
இயங்கலகுக்கு குறியீடு நேர்வரையாகும். அலகின் செல் திசையை வரையின் திசை குறிக்கும்; வரையின் நீளத்தால் அலகின் அளவு குறிக்கப்படும். ஒரு வரைப் படத்திற்கு ஒரே அளவை முறை வைத்துக் கொண்டால், அலகுக்குத் தக்க நீளமாக எந்த மூல அளவை முறை சவுகரியமோ அதை வைத்துக்கொண்டு வரையலாம். 4 மைல் இடப் பெயர்ச்சியைக் குறிக்க எத்திசை நோக்கி இடப் பெயர்ச்சி நிகழ்ந்ததோ அந்தத் திசையைக் காட்டி நேர்கோடு வரையவேண்டும். 4 மைலுக்கு 4 அங்குலமாகவோ அல்லது 4 கீழ் நூறு கோலாகவோ சவுகரியப்படி வரையலாம். ஆனல் எடுத்துக்கொண்ட அளவை முறையை, படம் முழுதும் மாற்றுமல் வைத்து வரைய வேண்டும்.

வரையின் திசையானது அலகின் திசையைக் காட்டும். ஆனால் க ச என்ற ஒரு நேர்வரை ஒரு சக்தி அல்லது ஒரு இடப் பெயர்ச்சி, அல்லது ஒரு விசையைக் குறிக்க வரைந்தோமானால், க ச வேறு, ச க வேறு ஆகும். க ச என்ற நேர்வரை குறிக்கும் இயங்கலகின் செல் திசைக்கு நேர் எதிராகச் செல்லும், ச க என்ற வரை குறிக்கும் இயங்கலகு. க ச = — ச க.

இடப்பெயர்ச்சியை எடுத்துக்கொள்வோம். க ச குறிக்கும் இடப் பெயர்ச்சியினால் க விலிருந்து ச வுக்குப் பண்டம் சென்றது. ச க இடப் பெயர்ச்சியினால் மறு படி அது க வுக்கு வந்து சேர்ந்து விடும். இயங்கலகு களைக் குறிக்கும் நேர் வரைகளில் சாதாரணமாய் ஒரு அம்புக்குறி சேர்க்கப்படும். அதனால் இயங்கு திசை விளங்கும்.

19. இடப் பெயர்ச்சிகளைத் தொகுத்தல்.

புகை வண்டியில் செல்லும் ஒருவன் தானிருக்கும் வண்டியில் குறுக்கே சென்றானால், [வரைப்படம் 1 பார்க்க] அந்த மனிதனுடைய இடப் பெயர்ச்சியை, வண்டியினுள்ளே நிகழ்ந்ததைமட்டும் எடுத்துக் கொண்டோமாயின், அளவிலும் திசையிலும் க ச என்ற வரைகாட்டும். வண்டி இயங்கிக்கொண்டிருப்பதால், மனிதன் குறுக்கேசென்ற காலத்தில், அது க ட என்ற திசையில் இயங்கி



(வரைப். 1)

விட்டது. அது இயங்கிய தொலையை க ச வரைந்த அளவைமுறையிலேயே வரைந்து க ட வின்நீளமும் வண்டியின் இயக்கத்தைக் குறித்தால், மனிதன் உண்மையில் த என்ற இடத்திற்கு வந்து சேர்ந்தான். வண்டியினுடைய புவியைப் பற்றிய இடப்பெயர்ச்சியைக் க ட காட்டும். மனிதனுடைய புவியைப் பற்றிய இடப் பெயர்ச்சியை க த காட்டும். இது மனிதனின் தொகு

Resultant =தொகு பயன்

பயன் இடப் பெயர்ச்சி என்று சொல்லப்படும். க த என்ற தொகுபயனின் காரணப் பகுதிகள் க ச, க ட.

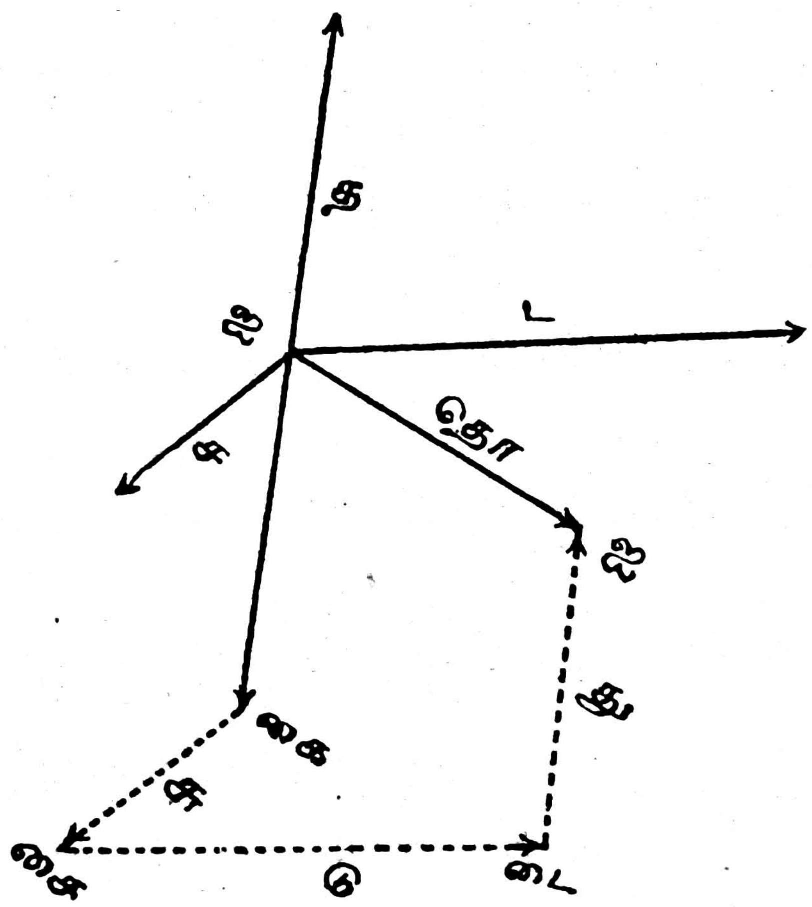
components = காரணப் பகுதிகள்

ஒரே சமயத்தில் மனிதனுக்கு இரண்டு இடப் பெயர்ச்சிகள் நிகழ்ந்தன. க ச இடப்பெயர்ச்சி நிகழா விடில் ட சேர்ந்திருப்பான். க ட இடப் பெயர்ச்சி நிகழா விடில் அவன் ச சேர்ந்திருப்பான்.

ஒரே காலத்தில் நிகழும் இடப் பெயர்ச்சிகளை, ஒன் றன்பின் ஒன்று தொடர்ந்து நிகழ்ந்ததாகவே வைத்துத் தொகு பயன் காணலாம்.

உதாரணம் [வரைப். 2 பார்க்க.] க, ச, ட, த, என்ற நான்கு இயங்கலகு வரைகளால் அளவும் செல் திசையும் குறிக்கப்பட்ட நான்கு இடப் பெயர்ச்சிகளின் தொகுபயன் என்ன ?

க என்ற ஒரே இடப் பெயர்ச்சியினால் பொருள் ஐ யினின்று கை வந்து சேரும்.



(வரைப். 2)

Parallel= ஓரிடை

ஆனால் ச இடப் பெயர்ச்சியும் உண்டு. ஆகையால் சு என்ற வரையை ச வுக்கு சம நீளமாகவும் ஓரிடை யாகவும் வரைக. இந்த இரண்டு இடப் பெயர்ச்சிகளும் சேர்ந்து தொகுபயன் ஐ சை என்ற தொலையால் குறிக்கப்பெறும். இவ் வாறே டு, து என்ற வரைகளை முறையே ட வுக்கும் த வுக்கும் சமநீளமாகவும் ஓரிடையாகவும் வரைக.

முடிவில் நான்கு இடப் பெயர்ச்சிகளின் பயனாக முதலில் ஐ யிலிருந்த பொருள் ஐ[1], என்ற இடத்திற்குப் பெயர்ந்து விடும் என்பது விளங்கும். ஆகையால் நான்கு இடப் பெயர்ச்சிகளின் தொகுபயனானது தோ

என்ற இடப் பெயர்ச்சி. பகுதி இடப் பெயர்ச்சிகள் ஒரே காலத்தில் நிகழ்ந்தாலும், தொடர்ந்து ஒன்றின்பின் ஒன்ருக நிகழ்ந்தாலும் பயன் இதுவேயாகும். பகுதிகளை எந்த முறையாக எடுத்தாலும் வேற்றுமை கிடையாது. தொகு பயனைக் காட்டும் இந்தப் படவமைப்பு இடப்பெயர்ச்சிக் கோட்டுப் படம் என்று சொல்லப்படும்.

Construction = படவமைப்பு
Diagram = கோட்டுப் படம்

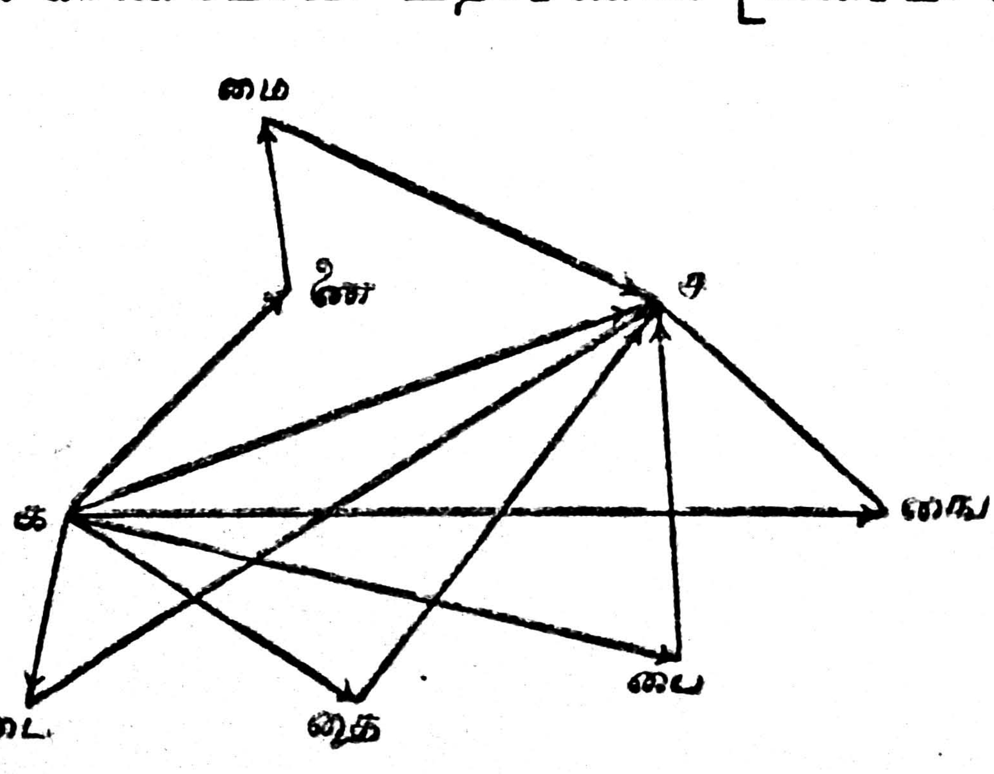
இடப்பெயர்ச்சிகள் ஒரு தளத்தினவாயினும் வேறு தளங்களினவாயினும் தொகுபயனை இந்தக் கோட்டுப்பட முறையில் கண்டு கொள்ளலாம்; பிழையிராது.

Plane = தளம்

20. மேலே விளக்கிய இடப்பெயர்ச்சிப் படவமைப்பு எல்லா இயங்கலகுகளையுமே கூட்டவும் தொகுக்கவும்பயன் படும். சக்திகள், விசைகள், வேகங்கள், அல்லது வேறெந்த இயங்கலகுகளையும் குறிக்கும்படியான வரைகளையும் வரைந்து தொகுபயனைக் குறிக்கும் வரையைக் கண்டு அவைகளின் தொகுபயனை அறியலாம்.

21. இடப் பெயர்ச்சியைப் பகுத்தல்

பல பகுதி இடப் பெயர்ச்சிகளின் தொகுபயன் ஒன்றேயாகும். பகுதிகளை எந்த வரிசையிலெடுத்தாலும் பயன் ஒன்றேயாகும் என்பதைக் கண்டோம். ஆனால், ஒரு இடப் பெயர்ச்சியைக் கொடுத்து, அதைத் தொகு பயனுகத் தரும் காரணப் பகுதிகளைக் கண்டு பிடிக்கச் சொன்னால், அது எண்ணிறந்த வகையில் செய்யப்படலாம் என்பதைக் காண்போம். உதாரணம். [வரைப். 3 பார்க்க]



(வரைப். 3)

கச என்ற இடப் பெயர்ச்சியை கடை, டைச என்ற பகுதிகளின் தொகுபயனுகக் கருதலாம் அல்லது கதை, தைச என்ற பகுதிகளின் தொகு பயனுகவும் கருதலாம். அவ்வாறே கபை+பைச அல்லது கஙை+ஙைச அல்லது கணை+ணைமை+மைச என்ற மூன்று இடப் பெயர்ச்சிகளின் தொகுபயனுகவும் அதே கச வைக் கருதலாம். க விலிருந்து புறப்பட்டு எத்தகைய மூலை திரும்பிய வரை வரைந்தாலும், அது ச வில் முடிந்தால் கச என்ற நேர்வரை, அந்த மூலை திரும்பிய வரையின் பல பகுதிகளால் அளவிலும் செல்திசையிலும் குறிப்பிடப்பட்ட இடப் பெயர்ச்சிகளின் தொகு பயனைக் காட்டும்.

22. இடப் பெயர்ச்சியைப் பகுப்பதுபற்றி மேலே கூறியது இடப் பெயர்ச்சியில்லாத மற்ற வகை இயங்கலகுளுக்கும் பொருந்தும். விசைகளையாவது, சக்திகளையாவது பகுப்பதிலும் அவ்வாறே.

Velocity= விசை

23. விசை

ஒரு பொருளின் விசையாவது அப்பொருள் இயங்கும்போது தொலையைக் கடக்கும் கால வீதம். அது ஒரு இயங்கலகு. ஏனெனின், விசையின் அளவைப் போலவே அதன் செல்திசையையும் கவனித்தல் வேண்டியது. சாதாரணமாய் நாம் பேசும்போது விசை என்ற சொல்லை உபயோகிப்பதில் செல்திசையைக் குறிப்பிடாமல் தொலையைக் கடக்கும் காலத்தை மட்டும் ஒப்பிட்டுச் சொல்வது வழக்கம். இரண்டு பொருள்கள் ஒரே கால வீதத்தில் வெவ்வேறு திசை நோக்கிச் சென்றால் சாதாரணப் பேச்சில் இரண்டும் ஒரு விசை என்று சொல்வோம். ஆனல் பொருள்நூலில் அவையிரண்டும் ஒரு விசையில் செல்வன ஆகா. செல்திசைகள் வெவ்வேறுன படியால், பொருள்நூலில் அவைகளின் விசை ஒன்றுகாது.

Direction =செல் திசை

24. மாற விசை

நேர் கோட்டுச் செல்திசையாகச் சமகால இடைகளில் சம தொலை இடைகளாகவே இயங்கும் பொருள் மாறு

விசை கொண்டதாகச் சொல்லப்படும். விசையில் செல்திசையும் நோக்கி நின்றபடியால், பொருள் நூலில் சம விசை என்பது திசை மாறாமையையும் குறிக்கும். இயக்கம் நேர்கோடாக இல்லாவிடில் செல்திசை மாறினதாகும்.

இவ்வாறு மாறாவிசை கொண்ட இயக்கத்தில், செல்வழியில் எந்தப் பகுதியையாவது நீளம் கண்டு அதைக் கடந்த காலத்தால் வகுத்தால், இயக்கத்தின் வீதம் பெறுவோம். மூலகால அளவையில் கடந்த தொலைக்குப் பெயர் இயக்க வீதம். செல்வழியில் எந்தப் பகுதிக்கும் இது ஒன்றேயாகும். இந்த அலகே விசையின் அளவு.

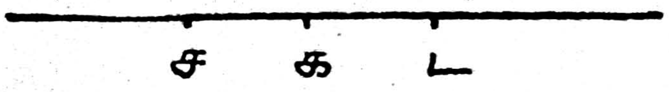
மாறாவிசையாக ஓடும் ஒரு புகைவண்டி குறிப்பிட்ட காலத்தில் எவ்வளவு மைல்கள் சென்றதோ அதை அந்தக் காலத்தால் மணிக்கணக்கில் வகுத்தால், வண்டியின் விசை மணிக்கு எத்தனை மைல் என்று தெரியும்.

Constant velocity = மாறா விசை
Variable velocity = மாறு விசை

25. மாறு விசை

விசைவீதமாவது செல்திசையாவது மாறினால் இயக்கம் மாறுவிசை கொண்டதெனப்படும். மேலிருந்து கீழே வீழும் பொருளின் விசை அதிகரித்துக்கொண்டே போகுமாகையால் அது மாறுவிசை. ஒரே தொலை வீதமாகச் செல்லும் புகைவண்டித் தொடருங்கூடப் பாதை வளைந்து செல்லும்போது மாறுவிசை கொண்டதென வேண்டும். திசை மாறுவதால், தொலைகடக்கும் வீதம் மாறாவிடினும் பொருள்நூல் முறைப்படி விசை மாறிற்று.

விசை மாறிக் கொண்டேசெல்லும் இயக்கத்தில் குறிப்பிட்ட ஓர் இடத்தில் என்ன விசை என்றால், அதன் பொருள் விளங்க வரைப். 4 பார்க்கவும். க என்ற இடத்தில் என்ன விசை என்றால், அதை மையத்தில் கொண்ட ஒரு சிறு பகுதி சடவை எடுத்துக் கொள்வோம். சட நீளத்தை அதைக் கடந்த காலத்தால் வகுக்கவேண்டும். வந்த ஈவு அந்தப் பகுதியைக் கடந்த



(வரைப். 4)

சராசரிவிசை யாகும். குறிப்பிட்ட தானத்தை மையமாகவே வைத்துப் பகுதியை வரவரச் சிறிதாக்கிக் கொண்டே போய் இம்மாதிரி சராசரி விசைகளை வகுத்தறிந்தால், அவை க என்ற தானத்தில் இயக்கத்தின் உண்மை விசையை வரவர நெருங்கும்.

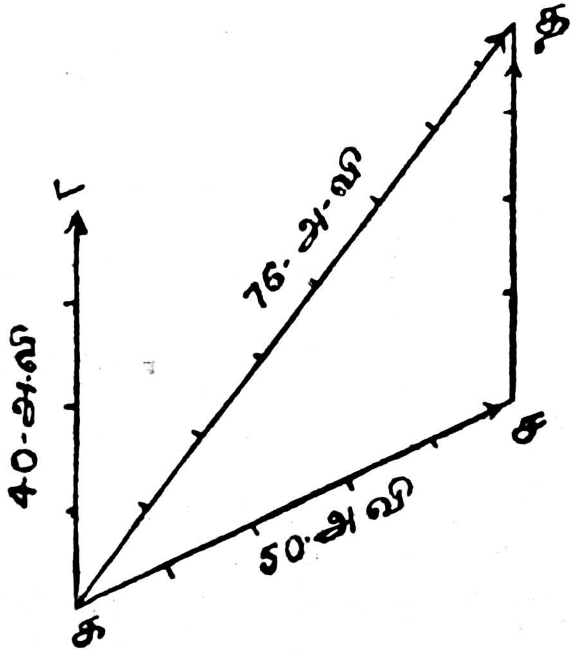
சட என்ற நீளம் குறுகக் குறுக ஈவுகள் எவ்வாறு பெறுகின்றோம் என்பதைக் கவனித்து ஈவுகளின் வேறுபாட்டுக்கு அமையும் வரம்பு எண்ணே, க என்ற தானத்தில் இயக்கத்தின் உண்மை விசையைக் குறிக்கும். ஒவ்வொரு கணத்திலும் இயக்கத்திற்கு ஒரு குறிப்பிட்ட விசை உண்டு. ஆயினும் கருதக் கூடிய எந்தச் சிறு கால இடையிலும் ஓரே விசையாக இல்லாமலிருக்கலாம்.

இவ்வாறே இயக்கத்தின் செல்திசையும். ஒரு வளைவாகப் பொருள் இயங்கினால், வளைவிலுள்ள ஒவ்வொரு புள்ளியிலும் இயக்கத்தின் செல் திசை அந்தப் புள்ளியின் தொடுவரையாகும். வளைவின் தொடுவரைகள் தானத்துக்குத் தானம் திசை மாறிக் கொண்டே போகுமாகையால், இயக்கத்தின் செல்திசையும் தானத்துக்குத் தானம் மாறிக் கொண்டே போகும். மிகவும் அண்மை கொண்ட தானங்களிலுங்கூட வளைவு இயக்கத்தில் திசை மாற்றம் இருக்கிறது.

Tangent = தொடுவரை

26. விசைகளைத் தொகுத்தல்

ஓரே காலத்தில் ஒரு பொருளின் மேல் அநேக விசைகள் ஏறி யிருப்பின், அவைகளின் தொகுபயன் விசையை இடப்பெயர்ச்சித் தொகுத்தல் முறையிலேயே இயங்கலகு கோட்டுப் படம் வரைந்து அறியலாம். உதாரணம் வரைப். 5 பார்க்க.



[வரைப். 5]

ஓடும் புகைவண்டித் தொடரில் ஒரு வண்டிக்குள் ஒரு பந்தை வீசியதாக வைத்துக் கொள்வோம். வண்டியை மறந்து விட்டுப் பந்திற்கு உண்டான பூமியைப்

பற்றிய விசை என்னவென்று பார்க்கலாம். இயங்கலகு கோட்டுப் படம் வரைக. கச என்பது வண்டித் தொடரின் விசையைக் குறிக்குமாறு வரைக. அதாவது விநாடிக்கு 50 அடி என்றிருக்கட்டும்: கட என்பது விநாடிக்கு 40 அடி விசையாக வண்டிக்குள் குறுக்காக எறியப்பட்ட பந்தின் விசையை குறிக்கட்டும்: கச சத இவ்வரைகளை விசைகளுக்கு ஒத்த செல்திசையும் அளவுமிட்டுக் கிழித்தால் இயங்கலகுவரை கத தொகுபயன் விசையைக் காட்டும். முதலில் கோடு கிழிக்க உபயோகித்த அளவு கோலையே கொண்டு கதவை அளந்தோமானால், தொகுபயன் விசையின் அளவு தெரியும். அதாவது விநாடிக்கு 76 அடி என்று. இதுவே பந்தின் புவியைப் பற்றிய விசையாகும். கசவுக்கும் கடவுக்கு மிடையிலுள்ள கோண் அறிந்தோமானால் கதவின் நீளத்தை கோண்கணக்கியல் முறையில் கண்டு பிடிக்கலாம்.

Ft per sec. =அ. வி.= அடி விநாடி

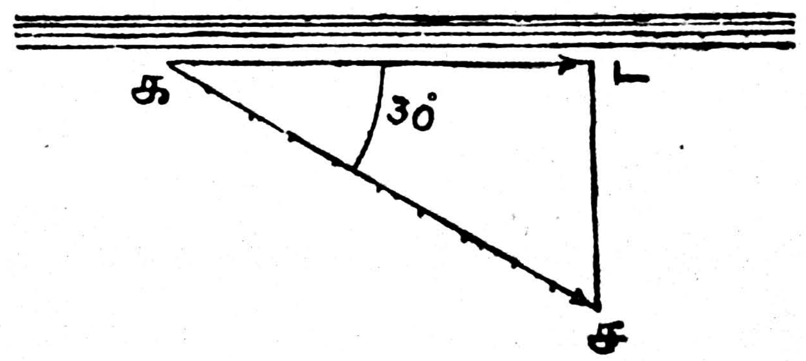
கோண் கணக்கு வாய்பாடு

$$கத^2 = கச^2 + கட^2 + 2\ கச.\ கட.\ (கோகி)\ டகச$$

Angle= கோண்
Trigonometry= கோண் கணக்கியல்
Sine= நெடுக்கை
Cosine= கிடக்கை
Tangent= இருக்கை
Sin.= கோ. நெ.
Cos.= கோ. கி.
Tan.= கோ. இ.

27. விசைகளைப் பகுத்தல்

கொடுக்கப்பட்ட ஒரு விசையைக் காரண விசைகளாகப் பகுக்கவுங்கூடும். உதாரணம்: ஒருவன் ஏரியில் படகு ஓட்டும்போது, கரைக்கு 30° கோணில் விநாடிக்கு 10 அடி வீதம் செல்வதாக வைத்துக் கொள்வோம். கரையின் நீட்டத்தோடு எவ்வளவு விசையுடன் படகு போவதும், ஏரிக்குள் கரைக்கு நேராக எவ்வளவு விசையுடன் போவதும் அறியவேண்டும். வரைப். 6 பார்க்க.



[வரைப். 6]

கச என்பது கரைக்கு 30° யில் விநாடிக்கு 10 அடி விசையைக் குறிக்கும். கட என்ற நேர்கோடு கரை

யோடு, அதாவது கரைக்கு ஓரிடையாகச் செல்லும். ச விலிருந்து கடவின்மேல் செங்கோடு வரைந்து தொடும் புள்ளியை ட வாக இடுக.

இந்த இயங்கலகு வரைப் படத்தில் கட படகின் கரையோடு செல்லும் விசையும் டச படகின் ஏரிக்குள் செல்லும் விசையும் காட்டும். இவ்விரு விசைகளின் தொகு பயன் கச ஆகும். கச என்ற படகின் விசையை இவ்விரு பகுதிகளாகப் பிரித்து, இவ் விருவிசைகளையும் கொண்ட தாக வைத்துக் கொள்ளலாம். கச வரைந்த அளவையே வைத்து, கட, டச இரண்டு நீளங்களையும் அளந்து, பகு பயன் விசைகளின் அளவை அறியலாம். இது இயங்கலகு கோட்டுப்பட முறை. அல்லது கோண் கணக்கியல் முறை யிலும் காணலாம் :

கட = கச இதைச் சொல்லும் வகையாவது கட சமம் கச

கட = கச. (கோகி) 30°

டச = கச. (கோநெ) 30°

∴ கட = 8·66 அடி. வி.

டச = 5 அடி. வி.

இவ்வுதாரணத்தில் செய்த செங்கோட்டுப் பாகுபாடு மிகவும் எளிதாயினும் அதுவே வழக்கத்தில் அதிகமாக வேண்டியதுமாகும். அதாவது ஒரு விசையை அல்லது யாதேனும் வேறொரு இயங்கலகை ஒன்றுக்கொன்று செங் கோணக இருபகுதிகளாக்கல்.

At right angles = செங்கோணக

28. விசை மாறு வீதம்

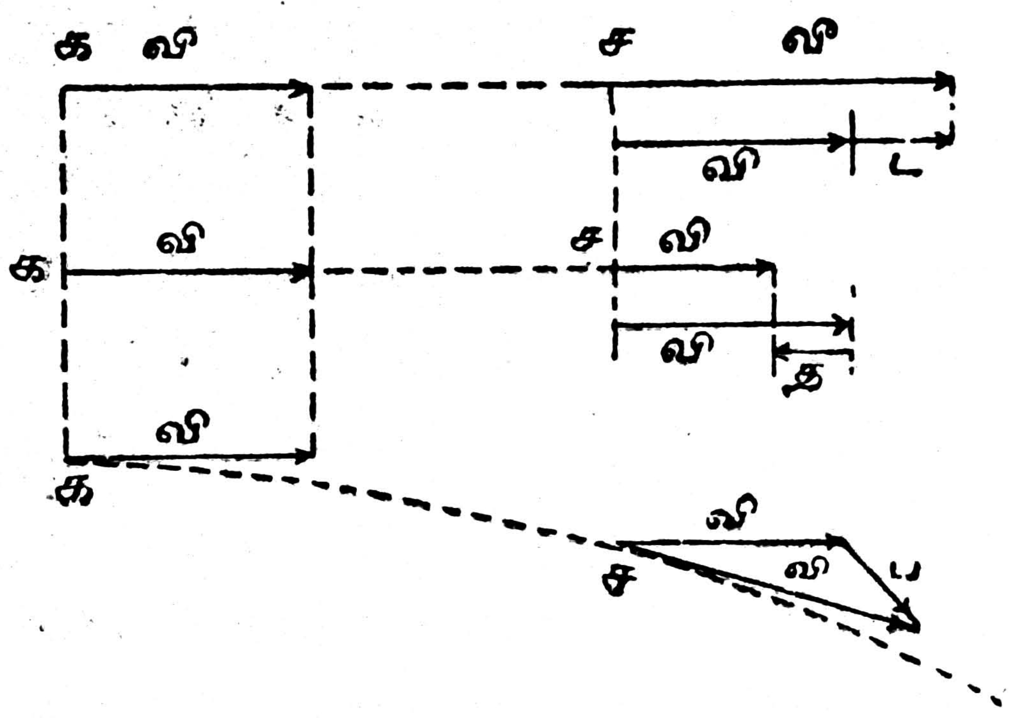
degree = கூறு

ஒரு இயக்கத்தின் விசை, அளவிலாவது செல்திசை யிலாவது மாறுபட்டால் இயக்கம் விசை மாற்றம் கொண் டதாகச் சொல்லப்படும். கால மூலஅளவைக்கு இந்த மாற்றத்தின் வீதம், அதாவது விசை மாற்றத்தின் கால விதம், விசை மாற்றம் எனப்படும். விசை மாறுபட் டால், முதல் விசையுடன் ஒரு இரண்டாம் விசை கூடி, இரண்டு பகுதி விசைகளும் சேர்ந்து ஒரு தொகுபயன் விசை உண்டானதாகக் கருதலாம்.

உதாரணம் வரைப். 7 பார்க்க- (மேல்பாகம்) ஒரு பொருள் நேர் வரையில் இயங்குவதாக வைப்போம். க

என்ற தானத்தில் விசை வி என்றும், ச தானத்தை அடையும்போது அதிக விசை வீ என்றும் வைப்போம்.

விக்கு எந்த அளவு கூட்டின் வீ உண்டாகும் என்பதை ட என்ற இயங்கலகு காட்டும்.



(வரைப். 7.)

வி என்பது க தானத்தில் விசை; வீ என்பது ச தானத்தில் அடைந்த அதிக விசை. ஆகையால் கவுக்கும் சவுக்கு மிடையில் இந்த அதிகவிசை சேர்ந்தது.

க, ச இடையில் சராசரி விசை மாற்றத்தின் வீதம் அறியவேண்டின், விசைமாற்றமாகிய ட இயங்கலகை க, ச, இடையில் கடந்த காலத்தால் வகுத்து அறியலாம். அதே வரைப்படத்தின் இரண்டாம் பாகம் பார்க்க. இது குறையும் விசைமாற்றம். க தானத்தின் விசை வி, ச தானத்தில் விசை வீ; ஆகையால் விசைமாற்றம் த என்ற இயங்கலகு குறிக்கும். இது எதிர் திசை செல்லும்.

(Positive) acceleration = வளர்விசை மாற்றம்

(Negative) acceleration = குறைவிசை மாற்றம்

படத்தில் மூன்றும் பாகம் பார்க்க. இதில் இயக்கம் வளைவழி இயக்கம்.

Curve = வளைவழி

க தானத்தில் விசையின் செல்திசை வேறு; ச தானத்தில் செல்திசை வேறு.

அந்தந்தத் தானப்புள்ளியின் தொடுவரை அந்தந்தத் தானத்தில் விசையின் செல்திசையைக் காட்டும்.

திசை மாற்றத்தைக் கவனித்தால், முதல் விசையாகிய வி யுடன், வேறொரு பகுதி ப விசை தொகுத்தால், ச என்ற தானப்புள்ளியை அடைந்த போது உள்ள விசை

யாகிய வீ தொகுபயனைப் பெறுவோம் என்பதைக் காண லாம். ஆகையால் ப என்ற இயங்கலகு வரை, விசை மாற்றத்தை அளவிலும் செல்திசையிலும் குறிக்கும்.

இதை க, ச இடையில் கடந்த காலத்தால் வகுத் தால் சராசரி விசைமாற்ற வீதம் பெறுவோம்.

29. நேர் வரை இயக்க விசைமாற்றம்

நேர்வரையாக இயங்கும் இயக்கத்தில் நிகழும் விசை மாற்றம், அளவில் மட்டும் உண்டாகும். செல்திசையில் மாற்றம் கிடையாது. ஆகையால் விசை மாற்றம் காண, ஒரு கால இடை எடுத்துக்கொண்டு, அந்த இடையில் நிகழ்ந்த விசை மாற்றத்தைக் கால இடையால் வகுத்து அறிவோம். வாய்பாடாக அமைத்தால்

$$\text{மா} = \frac{\text{வீ} - \text{வி}}{\text{கா}}$$

வீ என்பது குறிப்பிட்ட கால இடையான கா வின் முடிவில் அடைந்த விசை ; இடையின் முதலில் விசை வி ; மா என்பது விசை மாற்ற வீதம்.

Positive = நேர்
Negative = எதிர்
Minus sign = குறைக் குறி

பொதுவாக, இந்த வாய்பாடு சராசரி விசைமாற்றத் தைத்தரும். விசை மாற்றம் சமவீதமாக விருந்தால் வாய்பாடு மெய்வீதத்தையே தரும். ஒரு பந்து முதலில் விநாடி ஒன்றுக்கு 50 அடி விசையுடன் இயங்கி, அரை விநாடியானதும் அதே செல்திசையில் விநாடி ஒன்றுக்கு 40 அடி விசையாகச் சென்றால் இந்த அரை விநாடி கால இடையில் சராசரி விசை மாற்ற வீதம் :

$$\frac{40 \text{ அடி. வி} - 50 \text{ அடி. வி}}{\frac{1}{2} \text{ வி}} = -20 \text{ அடி. வி. வி.}$$

இது இவ்வாறும் எழுதப்படும் :—

$$\frac{40\,\frac{\text{அ}}{\text{வி}} - 50\,\frac{\text{அ}}{\text{வி}}}{\frac{1}{2}\text{ வி}} = -20\,\frac{\text{அ}}{\text{விவி}}$$

குறைக்குறி (அல்லது எதிர்க்குறி) விசை மாற்றம் எதிர்த்திசை என்பதைக் காட்டும். அதாவது விசை குறைந்து கொண்டு போகும் என்பது.

30. விசைமாற்றங்களின் தொகுப்பும் பகுப்பும்

இயங்கும் ஒரு பொருளைப் பல விசை மாற்றங்கள் பற்றினால், அவ் விசைமாற்றங்களை மற்ற இயங்கலருகளைத் தொகுப்பது போலவே தொகுத்தறியலாம். புகை வண்டிக்குள் ஒருவன் நடக்க, வண்டியின் விசையும் மாறினால், அல்லது வண்டித்தொடர் ஒரு வளைவு கொண்டு சென்றால், இம்மாதிரி பல விசை மாற்றங்கள் சேர்ந்தாற்போல் நிகழும்.

இப்படியே, ஒரு விசை மாற்றத்தை இரண்டு அல்லது பல பகுதிமாற்றங்களாகப் பகுக்கவும் செய்யலாம்.

கணக்குகள்

1. ஒருவன் 10 நிமிஷத்தில் $\frac{1}{2}$ மைல் நடக்கிறான். அடி-வினாடியாக அவன் சராசரி விசை என்ன?

2. ஒரு புகை வண்டித்தொடர் மணிக்கு 30 மைல் வீதம் ஓடினால், அடி-வினாடியாக அதன் விசை என்ன?

3. மிதிவண்டியில் ஒருவன் வடக்கு நோக்கி மணிக்கு 10 மைல் வீதம் செல்கிறான். மேற்கு நோக்கி மணிக்கு 6 மைல் விசையுடன் காற்று வீசினால், அவனைப்பற்றிக் காற்றின் தோற்றத்திசையும், தோற்றவிசையும் என்ன? கோட்டுப் படம் வரைந்து திசையைக் காட்டுக.

Bicycle = மிதிவண்டி

Apparent direction = தோற்றத் திசை

4. ஒருவன் மணிக்கு 4மைல் வீதம் படகு செலுத்துகிறான். ஏரியின் கரைக்கு 30° கோண திசையில் செல்கிறான். கரையிலிருந்து செங்கோண திசையாக எந்த விசையுடன் விலகுகிறான்?

5. ஒருவன் ஆற்றில் மணிக்கு 3மைல் வீதம் படகு செலுத்துகிறான். ஆற்றில் நீர் மணிக்கு 2 மைல் வீதம் ஓடுகிறது. புறப்படும் தானத்திற்கு நேராக எதிர்க் கரையில் சேரும்வண்ணம் அவன் எந்தத் திசையாகப் படகு செலுத்தவேண்டும் என்பதைக் காட்டிச் சமவீத அளவாகக் கோட்டுப் படம் வரைக.

6. மேல் கணக்கில் ஆறு $\frac{1}{4}$ மைல் அகலமானால், சொன்னபடி அக்கரை சேர எந்நேரம் பிடிக்கும்? படகின்

கரை நோக்கிச் செல்விசை என்ன ? (அதாவது கரை பற்றிய விசை.)

7. சாய்வு தளத்தின் மேல் உருண்டு வீழும் பந்து ஒன்றின் விசை ஒரு கணத்தில் 60 கிறா. வி. 11 விநாடிக்குப்பின் அதன் விசை 181 கிறா. வி. அதன் விசை மாற்றத்தைக் கண்டெடுக்க.

8. முதல் விசை 60 அடி.வி. யாகவும், விசை மாற்றம் —52 அடி. வி. வி. யாகவுமிருந்தால், 1விநாடி 2விநாடிகள், 3 விநாடிகள், இந்த இடைகளுக்கு ஈற்றில் என்ன விசை ?

9. ஒரு புகைவண்டித் தொடரின் விசை மணிக்கு 40 மைல். இதை 1 நிமிஷத்தில் நிலையைக்குக் கொண்டு வந்தால், அந்தக் கால இடையில் நிகழ்ந்த விசைமாற்றத்தை விநாடியில் விநாடிக்கிவ்வளவு அடியாகச்சொல்க.

சக்தி யிலக்கண மூலதத்துவங்கள்

31. முதல் இயக்க விதி.

Gravity = புவிக் கவர்ச்சி

ஒரு மேஜையின் மேல் ஒரு பந்து உருளுவதைக் கண்டால், அந்த மேஜை சமமட்டமாக இல்லை என்று அறிகிறோம்; அல்லது, புவிக்கவர்ச்சியல்லாது வேறு ஒரு புறச் சக்தியின் பிரயோகத்தால் பந்தின் இயக்கம் உண்டாகியதென்று அறிகிறோம். இது நம்முடைய அனுபவ அறிவு.

அவ்வாறே, ஒரு மட்டமான மேஜையின் பேரில் உருள விட்ட ஒருபந்து, விசை தணிவதைக் கண்டால், ஏதோ ஒரு சக்தி அதன் இயக்கத்தைத் தடுப்பதாக அறிவோம். மேஜையின் வழவழப்பை அதிகரித்து, காற்றின் எதிர் வீச்சை நீக்கினால், பந்தின் விசை நீண்டநேரம் தணியாமல் இயங்கும். இதனால், பந்தின் இயக்கத்தை எந்த அளவிலும் புறச்சக்திகள் தடுக்காதிருந்தால் அதன் விசை மாறுபடாமலே இயங்குமென்று நாம் அனுமானித்து அறிகிறோம்.

இந்த அனுபவ உண்மை, ஸர் ஐஸாக் நியூடன் என்ற பொருள்நூற்புலவர் கி. பி. 1686 ல் "ப்ரின்ஸிபியா" என்ற புகழ்பெற்ற நூலில் விளக்கி எழுதிய மூன்று இயக்க விதிகளில் முதலாவதாகும்.

32. முதல் இயக்கவிதி.

புறச்சக்தி ஏதேனும் தன்மேல் செல்லாத வரையில் எப்பொருளும் தன் முன்நிலையிலேயே இருக்கும்; அதாவது, அசையா நிலையிலேயே இருக்கும், அல்லது தான் முதலில் கொண்டிருந்த விசையானது மாறுபடாமல் அவ் விசையில் நேர் கோடாக இயங்கிக்கொண்டேயிருக்கும்.

விமரிசை

இந்த முதல் விதியால் நாம் அறிவது என்னவென்றால், இயங்கும் ஒரு பொருளின் இயக்கம் குறையாமலிருக்கச் செய்ய யாதொரு சக்தியும் வேண்டியதில்லை. அந்த இயக்க நிலையை மாற்றத்தான் சக்தி வேண்டுமாகும். ஒரு புகை வண்டித் தொடர் நல்ல விசையடைந்தபின், ஆவிப் பொறியின் முழுச் சக்தியும் வண்டித் தொடரின் இயக்கத்தைத் தடுத்துவரும் பலவித எதிர்ப்புகளை வெல்லவேதான் செலவாகிறது. அதாவது சக்கரங்களின் பிணர்வு, காற்றின் எதிர் வீச்சு முதலிய தடைகளை எதிர்க்கத்தான் பொறிச் சக்தி வேண்டும். இத்தடைகள் இல்லாவிடின், முதலில் கொண்ட விசையுடன் இயக்குவண்டியின் உதவியின்றியே செல்லும். ஆகையால், எப்பொருளாவது அசையா நிலையிலிருந்தால், அல்லது நேர் கோடாகச் சம விசையுடனே இயங்குவதைக் காணின், (1) புறச் சக்தி ஏதும் அதன்மேல் பற்றவில்லை என்றாவது (2) அதன் மேல் பற்றும் சக்திகள் ஒன்றுக்கொன்று ஈடு கொண்டு நிற்கின்றன வென்றாவது அறிவோம்.

Steam engine = ஆவிப் பொறி
Locomotive = இயக்கு வண்டி

ஒவ்வொரு பொருளும் சமகால இடைகளில் புறச் சக்தி எதுவும் பற்றாமல் தடையின்றி இயங்கினால் சம தொலை இயங்கும். கால இடைகளைப் பற்றி நாம் சம ஈட்டமறிவதும் அளப்பதும் பூமியின் சுழற்சியால், அது கடக்

கும் கோணைக் கண்டேதான் ; ஆனபடியால் மேற்கூறிய சமகால சமதொலை விதியில் பொருளைப்பற்றி ஒன்று மில்லை, கால இடையின் இலக்கணத்திலிருந்தே இவ்விதி உண்டாகுமென்று நினைக்கலாம். ஆனால் அவ்வாறல்ல. இரண்டு வெவ்வேறு பொருள்கள் தடையின்றி இயங்குவ தாக வைத்துக்கொண்டால், ஒன்று சம இடைகளைக் கடந்து இயங்கும் காலத்தில் மற்றொன்று கடந்து செல் லும் இடைகளுங்கூட தமக்குள் சமமாகவே இருக்கும். இந்த உண்மை ஒரு பொருள் நிகழ்ச்சியாகும். வெறும் இலக்கணப்பயனல்ல. எவ்வகைப் பொருள்களா யினும் இவ்வாறு நிகழும் என்பது அநுபவ சித்தியான உண்மை.

33. சடத்துவம்

Inertia= சடத்துவம்

பூதப் பொருள் எதுவும் புறச் சக்தியின் செயலின்றித் தன் அசைவற்ற நிலையையோ இயங்கு நிலையையோ எவ் வளவும் மாற்றிக் கொள்ள முடியாது. இது எல்லாப் பொருள்களுக்கும் பொதுவான குணம். இதற்குச் சடத் துவம் என்று பெயர்.

ஒரு பொருளின் இயக்கத்தைக் குறிப்பிட்ட ஓர் அளவு மாற்றுவதற்கு எவ்வளவு சக்தி வேண்டும் என்பது அப்பொருளையும், மாற்றத்தின் விரைவையும் பொருந்தி நிற்கும்.

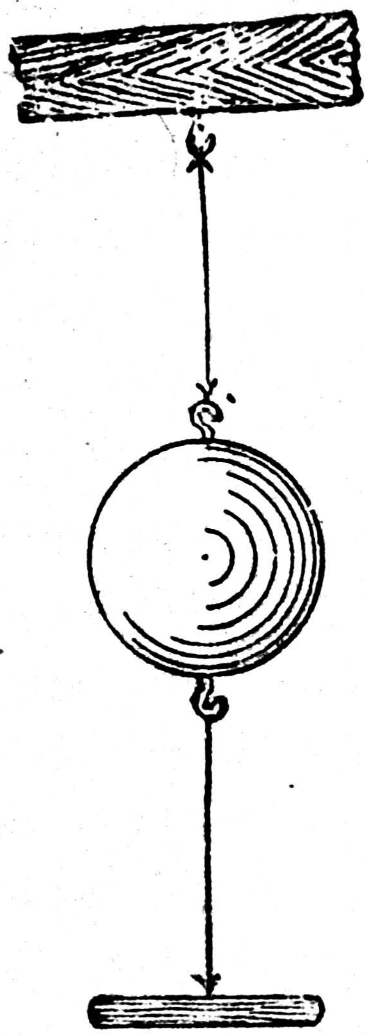
எந்தச் சிறு சக்தியும் எந்தப் பெரிய பொருண்மை யளவுக்கும் வேண்டிய விசையைத் தரமுடியும்; ஆனால் பற்றி நிற்கவேண்டிய காலம் அந்த அளவுக்கு அதி கரிக்கும்.

Friction = பிணர்வு

மேஜைமேல் ஒரு காகிதத்தின் பேரில் ஒரு பாரத்தை வைத்து, காகிதத்தைப் பிடித்துப் பாரத்தை இழுக்க முடி யும். இரண்டுக்குமிடையில் பிணர்வு உண்டு; ஒன்றை விட்டு ஒன்றை இழுக்கக் குறிப்பட்ட சக்தி வேண்டிய தாகும். ஆகையால், அளவுக்கு மிஞ்சி விரைவு இல்லா மல், மெதுவாக இழுத்தால், காகிதத்திற்கும் பாரத்திற் கும் இடையிலுள்ள பிணர்வு சக்தியே காகிதத்துடன்

பாரத்தையும் இழுத்துப்போகும். ஆயின், பாரத்தைத் திடீரென்று இயக்க முற்பட்டாலாவது, அல்லது இழுக்கும்போது விசையைத் திடீரென்று அதிகரித்தாலாவது, பாரத்தின் கீழிருந்து காகிதம் நழுவிவிடும். விரைவில் இயக்கத்தை மாற்றக்கூடிய அளவுக்குப் பிணார்வு சக்தி இல்லையாகையால் இவ்வாறு நழுவும்.

இரண்டாம் உதாரணம், வரைப். 8 பார்க்க. ஒரு 10-ராத்தல் குண்டை ஒரு வடத்தில் கட்டித் தொங்கவிட்டு, அதற்கடியில் அந்த வடம் மற்றொரு துண்டைக்கொண்டு சம பலமாகவும் நிதானமாகவும் இழுத்தால், வடம் குண்டுக்கு மேல் அறுபடும். ஏனெனின், அடிவடத்தின் வழியாகச் செலுத்தப்பட்ட சக்தியானது பாரத்தைக் கீழ் இயங்கச் செய்யும்போது, வடத்தை இழுக்கும் சக்தியும் குண்டின் பாரமும் இரண்டும் சேர்ந்து மேல்வடத்தை இழுக்குமாகையால், அது அறுபடும். நிதானமாகவும் சம பலத்துடனும் இழுக்காமல், திடீரென்று இழுத்தோமானால் பாரத்திற்குக் கீழ் வடம் அறுபட்டுப்போகும். ஏனெனின், குண்டின் சடத்துவத்தால் வடம் இழுபடும் விரைவில் அது கீழ் இறங்காது. அது திடீரென்று கீழ் இறங்கச் செய்யும் சக்தி வடம் தாங்காது. ஆகையால் பாரம் கீழ் இறங்கி மேல் வடத்தை அறுக்குமுன், கீழ் வடம் அறுபட்டுப் போயிற்று.



(வரைப். 8)

ஒரு பொருளின் இயக்கம் ஒரு சக்தியின் செயலால் எவ்வாறு மாறுபடும் என்பதைத் தீர விளக்குவது நியூடனின் இரண்டாம் இயக்கவிதி. அது இயக்கவியலில் எடுத்து விமரிசிக்கப்படும்.

34. பொருண்மையளவை

ஒரு வஸ்துவில் எவ்வளவு பொருள் கொண்டிருக்கிறதோ அதற்குப் பொருண்மை என்று பெயர். Mass = பொருண்மை

பொருளின் இயல்புகளைக் கவனியாது அப்பொருளிலடங்கி நிற்கும் பொருளின் அளவு மட்டும் பொருண்மையாகும்.

பொருள்களின் சடத்துவங்களை அளவிட்டு ஒன்றைக் கொன்று ஒப்பிடல் முடியும். அவைகளில் ஒரே வீதம் விசைமாற்றம் உண்டாக்க எவ்வளவு சக்தி வேண்டிவரும் என்பதைப் பார்த்து ஒப்பிடலாம். இவ்வாறு ஒப்பிட்டு ஆராய்வதில், குறிப்பிட்ட ஒரு பொருண்மைக்குள்ள சடத்துவ அளவு எப்போதும் எந்நிலையிலும் ஒன்றே; அதை எவ்விதத்திலும் பெருக்கவோ குறைக்கவோ முடியாது என்று காணுவோம்.

ஒரு பொருளின் பல கூறுகளினுடைய சடத்துவங்களைக் கூட்டின் அப்பொருளின் முழு சடத்துவமாகும். இரண்டுபடி ஜலத்தின் சடத்துவம் ஒரு படியினதற்கு இரு மடங்கு. தனித்தனியாக இரண்டு படி ஜலமானாலும், அல்லது ஒரே பாத்திரத்தில் இரண்டுபடி ஜலமிருந்தாலும் இவ்வாறே.

இவ்வுண்மையின் பயனாகத்தான், ஒரு பொருளின் பொருளளவை, அதாவது பொருண்மையை, அதன் சடத்துவத்தைக் கொண்டு அளப்பது. பொருண்மை மூல அளவாக ஒரு குறிப்பிட்ட பொருளைத் திட்டமாக வைத்துக்கொண்டு இவ்வாறு ஒப்பிட்டு அளப்போம்.

ஆகையால், சம கால இடையில் சம சக்திகள் பற்றிச் சம விசைகள் அடையும் பொருண்மைகளைச் சமம் என்போம்.

Spring balance = வில்நிறை மானி

Oz. = ராவீசம் [ராத்தலில் ஒரு வீசம் பாகம் அதாவது $\frac{1}{16}$ lb.]

உதாரணம்: இரண்டு பொருள்கள் பிணர்வற்ற தளத்தின்மேல் பக்கம் பக்கமாக இரண்டு வில்நிறைமானிகளால் இழுக்கப்பட்டு, இரண்டும் மாறுபாடில்லாமல் ஏதேனும் ஒரு தானத்திலேயே முள்காட்டி நின்றால், உதாரணமாக 4-ராவீசத்தில் நின்றால், இரண்டும் சம சக்தி செலுத்துகின்றன என்பதை அறிவோம்: இரண்டு பொருள்களும் ஒன்றாக இடம்விட்டுக் கிளம்பி, ஒன்றாகவே இயங்கினால் இரண்டின் விசையும் ஒரே வீதம் செல்கின்றன என்பதை அறிவோம். ஆகையால் பொருண்மையில் இரண்டும் சமமாகும்.

இந்தச் சோதனையானது சமப்பொருண்மைக்குச் சம சடத்துவம் என்று சொல்வதின் பொருள் விளங்குவதற்கு முக்கியமாக உபயோகமாகும். அதுவேயன்றி பொருண்மைகளை இவ்வாறு ஒப்பிட்டுப்பார்க்கப் இயலாது. சாதாரணமாக பொருண்மைகளை மிகவும் திருத்தமாக அளவிடும் முறை பொருள்களை நிறுப்பதேயாகும். சம சடத்துவம் கொண்ட பொருள்கள் சமநிறையும் கொண்டிருக்கும் என்பதை அறிவோம். இந்தச் சமத்துவத்தைப்பிழையின்றிக் காண ஒரே இடத்தில் வளிவெட்டையில் நிறுத்தல் வேண்டும்.

Experiment =சோதனை

Vacuum = வளி வெட்டை

35 சக்தியளவை

ஒரு சக்தியை மூன்று விதமாக அளத்தல் கூடும்.

1. தாங்கும் பாரத்தைக்கொண்டு: இதற்குப் புவிக் கவர்ச்சிமுறை என்று பெயர்.

2. மீள்சக்தி கொண்ட ஒரு பொருளை விகாரப் படுத்தும் திறனைக்கொண்டு: இதுவே வில் நிறைமானி முறை.

3. பொருண்மைக்கு இயக்கம் தரும் திறனைக் கொண்டு: இது இயங்கு முறை எனப்படும்.

முதலில் கூறப்பட்ட முறை மிகவும் எளிது. பொறிகள் இயக்குவதிலும் சாதாரண வாழ்க்கையிலும் இம்முறையே அநேகமாய் யாவரும் கொள்வது. ஆனால் ஒரு ராத்தல் பாரத்தைத் தாங்கும் சக்தியளவு பூகோளத்தில் ஓரிடத்தைப்போல் மற்றோரிடத்திலில்லை; ஓரளவு மாறும். இது இம்முறையிலுள்ள பிழை.

இரண்டாவதான முறையும் சவுகரியமாகும். ஆனால் ஒரு பொருளின் மீள்சக்தி மற்றொன்றினது போலில்லை. ஓரே பொருளின் மீள்சக்தியுங்கூட அனற்பதனையும் பொருள் நிலையையும் பற்றி மாறும். ஆகையால் ஒரு திட்டமான அளவுகொண்ட சக்தியை இம்முறையில் அளவையாகக் குறிப்பிட்டு வைப்பது கஷ்டம்.

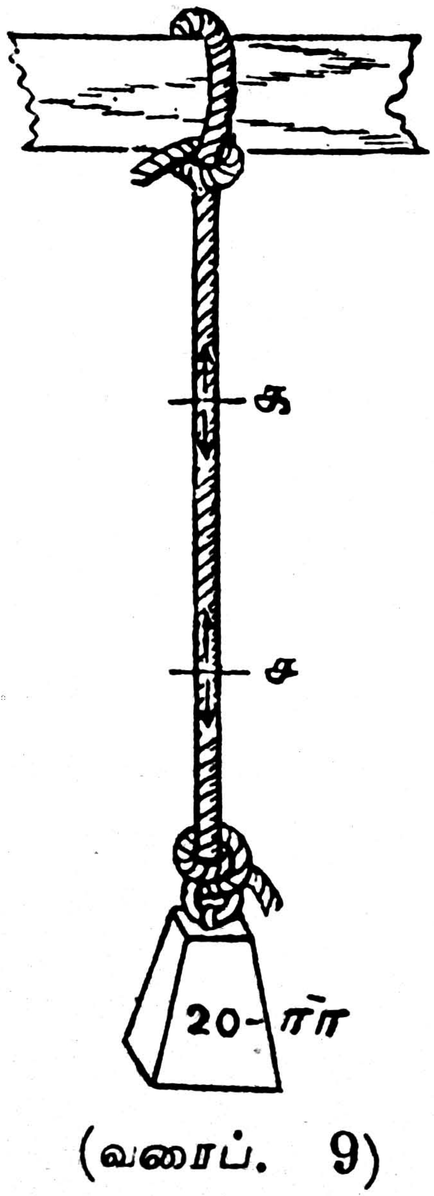
மூன்றாவதாகக் கூறப்பட்ட முறை மிகவும் முக்கியமானதாகும். பொருள்நூலில் சக்தியளவையைத் திட்டப்படுத்த

இதுவே ஆதாரம். இம்முறையை நேராகக் கொள்ளுதல் அரிதாயினும், சடப்பொருளின் சடத்துவம் ஒன்றையே பற்றி நிற்கும் ஒரு நல்ல மூல அளவையைக் கண்டு திட்டம்செய்து கொள்ள இது பயன்படுகிறது. அவ்வாறு திட்டம் செய்த மூல அளவை இடத்துக்கு இடமோ அல்லது பிழைகளாலோ மாறாது. ஆகையால் அது சக்திகளை அளக்க நல்ல மூல அளவையாகும்.

36. சம சக்திகள்

குறிப்பிட்ட ஒரு பொருண்மையளவுக்கு ஒரு விநாடியில் ஒரே விதமாக விசை மிகச் செய்யும் இரு சக்திகள் சமம் என்று சொல்லப்படும். எடுத்துக் கொள்ளப்பட்ட ஒரு பொருண்மையளவின் பேரில் அவ்வாறு சமமான இரு சக்திகள் எதிர்த்திசைகள் நோக்கிப் பற்றினால், ஒன்றையொன்று ஈடு செய்துகொண்டு, பொருளின் இயக்கத்தைப் பற்றியவரை யாதொரு செயலுமின்றி நிற்கும். ஒரு வடத்தின் ஒவ்வொரு நுனி ஒரு சுருள் வில்லுக்குக் கட்டி நீட்டி, வடம் அசையாமல் நின்றால், (அல்லது ஒரே விசையாக இயங்கினாலும் சரி), இரு சுருள் வில்லுகள் செலுத்தும் சக்திகள் மாறு திசைகளில் சமம் என்று அறிவோம்.

Spring = சுருள்வில்



(வரைப். 9)

37. தகைவு

ஒரு பாரத்தைச் சமப் பருமனான ஒரு வடத்தில் கட்டித்தொங்க விட்டால், வடம் முழுதும் இழுக்கப்பட்டு நிற்கும். வடத்தின் பாரம் சிறிதேயான படியால் அதைக் கவனிக்கவேண்டியதில்லை. வடத்தில் ஒவ்வொரு பாகமும் ஒரே விகுவாக இழுக்கப்பட்டு நிற்கும். அதன் நீட்டம் எவ்வளவாயினும் மேல் பாகம் கீழ் பாகம் என்ற வேற்றுமையில்லாமல் சம விகுவு ஏற்படும். வரைப். 9 பார்க்க.

கச என்ற பகுதி வடம், அதற்கு மேல் நிற்கும் வடத்தால் மேல் இழுக்கப்பட்டும், அதற்குக் கீழ் நிற்கும் வடத்தால் கீழ் இழுக்கப்பட்டும், தன்னுடைய மீள் சுருங்கு சக்தி இந்த இரண்டு இழுத்தற் சக்திகளையும் தாங்கும் வரையில், விகுவுடன் நீண்டு நிற்கும். இவ்வாறு வடத்தின் ஒவ்வொரு பாகமும், வெளியிலிருந்து புறச் சக்தியால் இழுக்கப்பட்டும் தன்னுடைய மீள் சுருங்கு சக்தியின் வினையால் அதற்குச் சம எதிரீடு செய்து கொண்டும், தகைவு நிலையிலிருக்கும். தகைவு நிலை பலவகைப்படும். அதில் ஒன்று விகுவு. பொருளை நீட்டப் படுத்தும் இழு சக்தியைத் தாங்கி நிற்பது விகுவு. அதுவே இந்த வடத்தின் நிலை. மற்றொன்று அழுக்கத்தகைவு. நெட்டையாக நிறுத்தப் பட்ட ஒரு தூணின் மேல் பாரம் வைத்தால் தாங்கி நிற்கும் தூணின் நிலை அழுக்கத்தகைவு. அதில் புறச்சக்தியானது தாங்கும் வஸ்துவைக் குறுகச் செய்கிறது, மீள் சக்தி அதைச் சம எதிர்ப்புடன் தாங்குகிறது. விகுவும் அழுக்கமும் தவிர மூன்றாவது வகையான தகைவு முறுக்குத்தகைவு. ஒரு கம்பியை முறுக்கும்போது இவ்வகைத் தகைவு உண்டாகும். பொருள்களின் மீள் சக்தியை ஆராயும்போது இந்த விஷயம் மறுபடி எடுத்துக் கொள்ளப்படும்

Stress = தகைவு

Elasticity = மீள்சக்தி

Tension விகுவு

Pressure அழுக்கம்

Contractile force of an elastic body = மீள் சுருங்கு சக்தி

38. வினையும் எதிர் வினையும்

Action and reaction = வினையும் எதிர்வினையும்

ஒவ்வொரு தகைவுக்கும் இருமுகங்கள் உண்டு. ஒரு மேஜையின்மேல் ஒரு பாரம் இருந்தால், இவையிரண்டினுக்குமிடையிலுள்ள தகைவை இரண்டு விதமாகக் கருதலாம். மேஜையைக் கீழ் நோக்கி அழுக்கி நிற்கும் சக்தி ஒன்று, பாரத்தை மேல் நோக்கித் தள்ளும் சக்தி ஒன்று. இவை இரண்டும் சமமாக விருப்பதால் மேஜையும் பாரமும் நிலையாக விருக்கின்றன. ஒரு வடம் ஒரு பாரத்தைத் தாங்கி நின்றால், அவ்வடத்தின் ஒவ்வொரு குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பிலும், அதற்குமேல் நிற்கும் வடத்தைக் கீழ் நோக்கியும், அதற்குக் கீழ்நிற்கும் வடத்தை மேல் நோக்கியும்

Cross section = குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பு

இழுப்புகள் ஈடுசெய்து நிற்கும் இரு சக்திகள் சரிசமனாக வேலை செய்து கொண்டு நிற்கின்றன. ஒரு காந்தம் ஒரு இரும்புத்துண்டைக் கவரும்பொது, அவைகளினிடையில் செயலுறும் சக்தி இரும்பைக் காந்தத்துக்கு இழுப்ப தாகவும், காந்தத்தை இரும்புக்கு இழுப்பதாகவும், இரு விதமாகவும் கருதலாம்.

தகைவின் இவ்விரண்டு முகங்கள் வினை, எதிர் வினை என்று சொல்லப்படும். இவை சரிசம அளவும் நேர் எதிர் திசையும் கொண்டு நிற்கும். இந்த மூல தத்து வத்தை நியூடனார் மூன்ருவது இயக்க விதியாகச் சொன்னார்.

39. மூன்றும் இயக்க விதி: ஒவ்வொரு வினையையும் ஒரு எதிர்வினை சரிசம அளவில் எதிர்த்து நிற்கும்.

விமரிசை

ஒரு மேஜைமேல் ஒரு பாரம் வைத்தால், அது மேஜையை அமுக்கும் சக்தியளவுக்கு மேஜையும் அதை மேல் நோக்கித் தள்ளுகிறது. பாரத்திற்குத் தகுந்தவாறு மேஜை சக்தி செலுத்துகிறது. சிறு பாரம் வைத்தால் சிற்றளவு சக்தியும் பெரிய பாரம் வைத்தால் அந்த அளவு சக்தியும் மேஜையால் செலுத்தப்பட்டுப் பாரத்தைத் தாங் கும். பாரத்தின் வினைக்குச் சமம் மேஜையின் எதிர்வினை. அதன் அளவுக்கு வரம்பு மேஜையின் திடம் தான்.

மேஜையை நொறுக்கும்படியான பாரம் வைத்தால் நிகழ்ச்சி என்ன? மேஜையின்மேல் பாரத்தை வைக்க வைக்க, அதன் அமுக்கம் அதிகரித்துக் கொண்டேபோய், மேஜையின் எதிர்வினையும் கூட அதிகரித்துக் கொண்டே போகும் அதன் தாங்கு வரம்பு வந்ததும், உடைய ஆரம் பிக்கிறது. உடையும்போது மேஜையானது பாரத்தை விட்டுக் கீழ் இயங்குகிறது. அந்த இயக்க நிலையிலும், பாரத்தின் செயலாக அடையும் அமுக்கத்திற்குச் சரி சமமாகவே பாரத்தின்மேல் அது எதிர்வினை செலுத்து கிறது. ஒரு பொருள் அதன் பேரில் அமுக்கி நிற் கும் பொருளைவிட்டு அகன்று இயங்கினால், அமுக்கம்

குறைகிறது. விலகி இயங்கும் விசை அதிகரிக்க அதிகரிக்க, அமுக்கமும் அவ்விதமே குறைந்து கொண்டு போகும்.

ஒரு பந்தை விளையாட்டுக் கட்டையால் அடித்தால், ஒன்றையொன்று தொட்டு நிற்கும் காலத்தில் கட்டை பந்தின்மேல் செலுத்தும் சக்திக்குச் சமனுகவே பந்தும் கட்டைமேல் சக்தி செலுத்தும்.

40. சக்திகளைத் தொகுத்தலும் பகுத்தலும்

ஒரு பொருளின் மேல் ஓரே காலத்தில் பல சக்திகள் செயலுற்ருல், அவைகளின் தொகுபயனை இயங்கலகு கோட்டுப் பட முறையில் காணலாம். விசை மாற்றங்களைத் தொகுத்தல் போலவே.

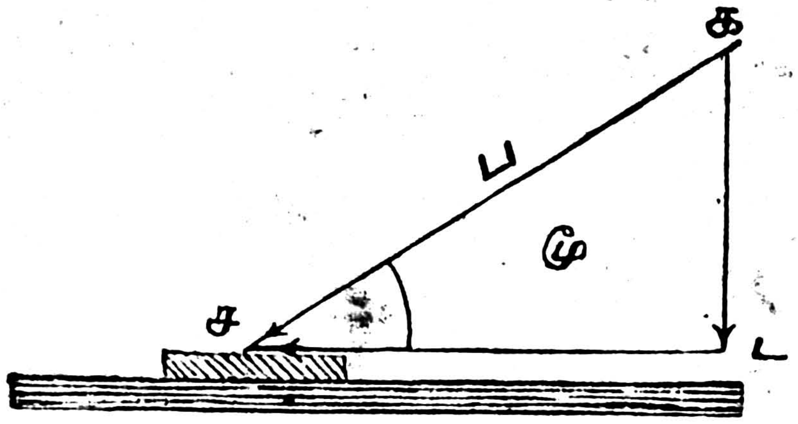
ஒரு பொருளின் பேரில் ஒரு சக்தி செயலுற்ருல், சக்தியின் செல்திசையில் சக்தியின் அளவுக்குச் சமவீதமாக பொருளானது விசைமாற்றம் அடையும். ஆகையால், விசைமாற்றப் படமுறையானது சக்திகளை தொகுப்பதற்கும் பொருந்தும் என்பது விளங்கும். அளவிலும் திசையிலும் முறையே ஒத்த விசை மாற்றம் ஒவ்வொரு சக்தியாலும் உண்டாவதால், அவ்விதமாக உண்டான எல்லாப்பகுதி விசைமாற்றங்களும் கூடியுண்டான தொகு பயன் விசைமாற்றம், கோட்டுப் படத்தில் வரையப்படும். விசை மாற்றமும் அதை உண்டாக்கும் சக்தியும் அளவில் சம வீதமானபடியால், படத்தில் கண்ட தொகுபயன் வரையானது சக்தியையும் குறிக்கும். அதன் திசையும் அதுவேயாகும்.

இவ்வாறே எந்த சக்தியையும், இரண்டு அல்லது பல தொகுபடு சக்திகளின் தொகுபயனுகக் கருதலாம். இந்தப் பகுதிகளை விசை மாற்றப் பகுதிகளைக் காணும் முறையிலேயே காணலாம்.

41. ஒரு சிறப்பு விளக்கம்

கச என்ற இயங்கலகு, 5 மூல நீட்டல் அளவை கொண்டது, 5 ராத்தல் சக்தியைக் குறித்ததாக வைத்துக்

கொள்வோம். அது ஒரு மேஜைமேல் கிடக்கும் ஒரு மரக் கட்டைபேரில் சாய்மானமாகப் பற்றுவதென்று வைத்துக் கொள்க. மேஜையின் பேரில் கட்டை எவ்வளவு சக்தியுடன் கீழ்நோக்கி அமுக்குகிறது, எவ்வளவு சக்தி கட்டையை மேஜையின் தளத்தின் பேரில் பக்கமாக நகரச் செய்கிறது என்று கண்டுபிடிக்கவேண்டும்.



(வரைப். 10)

மேலே கூறினபடி க ச என்ற இயங்கலகைப் பாகுபடுத்தினால் செங்கோட்டு க ட வும் ட ச வும் அடைவோம். க ட என்பது கீழ் நோக்கி கட்டையை அமுக்கும் சக்திப் பகுதி, ட ச என்பது பக்க வாட்டாக கட்டையை இயக்கப் பார்க்கும் சக்திப் பகுதி. இப் பகுதிகளின் அளவுகளை முறையே க ச வரையைக் கிழித்த மூல அளவையைக் கொண்டு அளந்தெடுக்கலாம். அல்லது கோண் கணக்கியல் முறையில் :—

ப என்பது க ச சக்தியின் அளவு. ழ என்பது அந்தச் சக்தியின் திசைக்கும் மேஜைத் தளத்திற்குமிடையிலுள்ள கோண். ஆக,

க ட = ப. (கோ. நெ.) ழ.

ட ச = ப. (கோ. கி.) ழ.

Sine = நெடுக்கை கோ. நெ.
Cosine = கிடக்கை கோ. கி.
Tangent = இருக்கை கோ. இ
Mechanics = எந்திர நூல்
Dynamics சக்தி இலக்கணம்
Statics = நிலையியல்
Kinetics = இயக்கவியல்
Particle = நுணுக்கு

நிலையியல்

42. சமதுலை

சக்திகளின் பயனாகப் பொருள்கள் இயங்குவதை ஆராய்வதற்கு முன், ஒரு பொருளின் மேல் பல சக்திகள் பற்றி அவை பரஸ்பரம் ஈடுகட்டிக் கொண்டு, பொருளின் இயக்கத்தைப் பற்றிய வரையில் செயலற்று நிற்பதற்குச் சில உதாரணங்களை ஆராய்வோம்.

ஒரு பொருளின்மேல் பற்றும் சக்திகள் அப் பொருளில் விசைமாற்றம் ஏற்படாதவாறு தமக்குள்

பொருந்தி நிற்கும்போது, அது சமதுலையிலிருப்பதாகச் சொல்லப்படும். ஆகையால் அசையாமலிருக்கும் ஒரு பொருளின் நிலை சமதுலை. அவ்வாறே ஒரு பொருள் நேர் வரையாக மாறாத விசையுடன் இயங்கினால் அதன் நிலையும் சம துலையே. சரியாக மையம் பார்த்துக் கோக்கப் பட்ட ஒரு சக்கரம் அல்லது அதையொத்த வேறு ஒரு பொருள், அதன் பொருண்மை மையத்தின்வழி வைக்கப் பட்ட ஆயத்தைப்பற்றி ஒரே சம விசையுடன் சுழன்றா லும், அதன் நிலை சம துலையாகும். அதுவுமன்றி, அவ் வாறு சுழன்றுகொண்டு விசைமாற்ற மில்லாமல் இடங் கடந்து இயங்கிக் கொண்டிருந்தாலும் சக்கரத்தின் துலை சமதுலையே யாகும். ஒரு சமதளத்தின்மேல் நேர் வரையா கச் சுழன்றுகொண்டு செல்லும் ஒரு வட்டு, அல்லது வட்டு கள் கொண்ட ஒரு வண்டி, விசை மாற்ற மின்றி இயங்கி னால், அது சமதுலை கொண்டிருப்பதாகக் கொள்வோம். ஆனால் சுழன்றியங்கும் சக்கரமே சம துலை. அதனிலுள்ள கூறுகளைக் கவனித்தால், அவை எதுவும் சமதுலையி லிருப்பதாகச் சொல்ல இயலாது. ஏனெனின், வட்டின் நுணுக்குகள் ஒவ்வொன்றும் வட்ட வரையாக இயங்குகின் றன. வட்டவரையில் இயங்கும் போது திசை மாற்றமிருப்ப தால் விசைமாற்றம் உண்டு; விசைமாற்றம் கொண்ட நுணுக்குகளின் நிலை சமதுலையல்ல.

Equilibrium = சமதுலை

Centre of Mass = பொருண் மையம்

ஒரு நுணுக்கின் சமதுலை

தன்மேல் பற்றும் சக்திகளனைத்தும் ஒரே குத்தில் உறுவதாகக் கொள்ளும்படியான சிற்றளவு கொண்ட பொருளுக்கு நுணுக்கு என்று பெயர். இத்தகைய நுணுக்கின் சமதுலையை ஆராய்வோம். பிறகு பருமன் கொண்ட கட்டிப் பொருள்களின் சமதுலை வாய்ப்பு களை எடுத்தாராய்வோம். யாதேனும் ஒருபொருளை நுணுக்காகக் கருதல் கூடுமா கூடாதா என்பது சந்தர்ப் பத்தை யொட்டியதாகும். உதாரணமாக, உடு சாத்திரத் தில் ஞாயிறும், கிரகங்களும் நுணுக்குகளாகவே கருதப் படும், அதாவது அவைகளின் வடிவமும், பொருண்மைய்

Conditions = வாய்ப்பு கள்

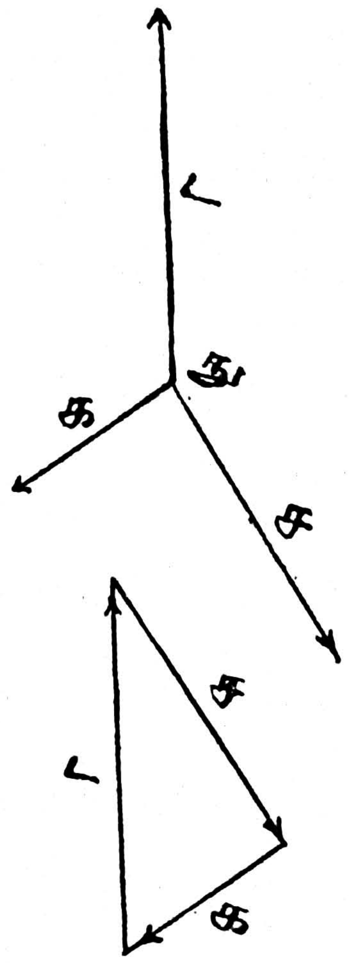
பரப்பும் விஷயத்தை வேற்றுமைப் படுத்தாத கணக்கீடுகளில்.

43. நுணுக்கின் சமதுலே நிலே

Zero= சுன்னம்

ஒரு நுணுக்கின்மேல் பற்றிய சக்திகளின் தொகு பயன் சுன்னமானல், அதன் நிலே சமதுலே யாகும். ஆகையால், அதைப் பற்றும் சக்திகளின் கோட்டுப் படம் வரைந்தால் அது மூடிய முக்கோணே, அல்லது மூடிய பல்கோண் வரைப்படமாகவோ இருக்கவேண்டும் என்பது விளங்கும். வரைப். 11 பார்க்க.

க, ச, ட என்ற மூன்று சக்திகள் நு என்ற நுணுக்கைப் பற்றினல் தொகுபயன் பார்க்கக் கோட்டுப்படம் வரைந்து படத்தில் காட்டியவாறு க, ச, ட என்ற இயங்கலகுகள் மூடிய முக்கோணயின், தொகுபயன் = 0. அதாவது நுணுக்கு சமதுலேயில் நிற்கும்.



வரைப். 11
மூன்று சம துலேயான சக்திகள்.

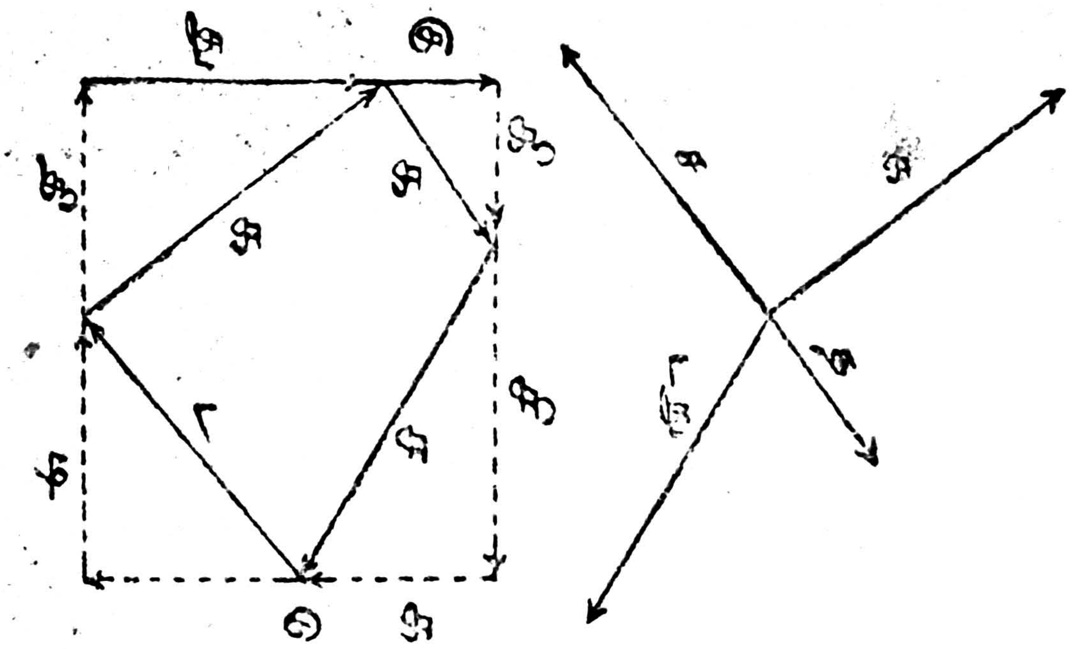
இவ்வாறே எத்தனே சக்திகளானலும் சமதுலேயாக விருந்தால், அத்தகைய சக்திகளேக் குறிக்கும் இயங்கலகுகளே ஒன்றன் பின் ஒன்ருக வரைந்தால், கோட்டுப் படம் மூடிய பல்கோணாக அமையும். அதாவது கடைசியில் வரையப்படும் இயங்கலகு முதல் குத்தில் போய் முடியும்.

நான்கு சக்திகள் சமதுலேயாகப் பற்றி அவைகளின் இயங்கலகுகள் மூடிய பல்கோணாக அமைவதை 12-ம் வரைப் படத்தில் பார்க்க.

மற்றும் கவனிக்கத் தக்கது :

க, ச, ட, த, என்ற சக்திகளேத் தொகுபயன்களாக வைத்து ஒவ்வொன்றையும் முறையே இவ்விரண்டாக ஒன்றுக்கொன்று செங்கோணுகுமாறு பகுத்தால், அமையும் கோட்டுப் படத்தை கவனிக்க. புள்ளி வரைகளாகக் காட்டப்பட்டிருக்கிறது. கீழ் நோக்கும் கி, சி, சக்தி

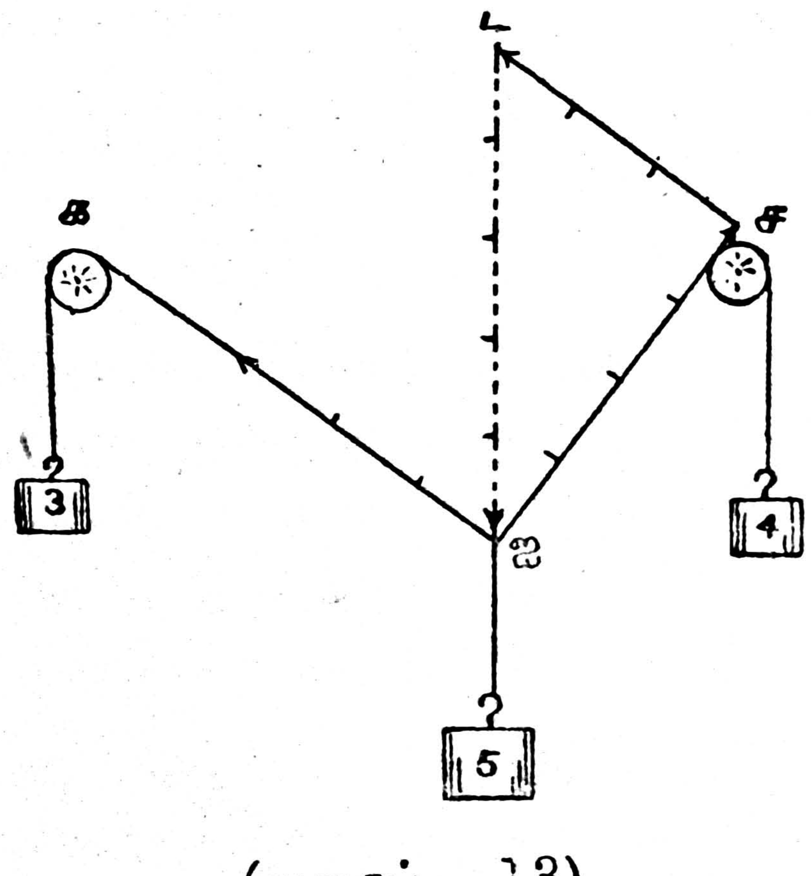
கள், மேல் நோக்கும் டி, தி, சக்திகளுக்குச் சரி இடையாகி நிற்கின்றன. அவ்வாறே வலம் நோக்கும் து, கு, சக்திகளும், இடம் நோக்கும் சு, டு, சக்திகளும் சரிசமான தொகைகளாய் நிற்பதைக் காண்க.



வரைப். 12 நான்கு சமதுலைச் சக்திகள்

மேலே விளக்கிய படத்தில் சக்திகள் நான்கும் ஒரு தளத்தில் செல்வனவாகக் காட்டப்பட்டது. உதாரணங் காட்ட இது சவுகரியமே யொழிய, ஒரு தளத்திலிருக்க வேண்டுமென்பது இல்லை. எந்தத் திசையில் சக்திகள் பற்றினும், தளம் வேறு பட்டாலும், இம்மாதிரி கோட்டுப் படம் வரைந்து சமதுலையாக இருப்பதும் இல்லாததும் காணலாம்.

44. உதாரணங்கள்



(வரைப். 13)

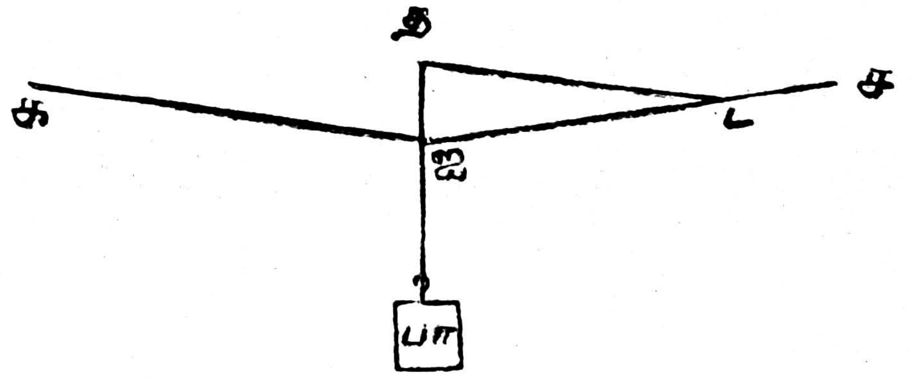
வரைப். 13 பார்க்க. மூன்று வடங்கள் ஐ என்ற இடத்தில் இணைக்கப்பட்டு 3, 4, 5 ராத்தல் பாரங்களை முறையே தாங்கி, 3-ரா, 4-ரா பாரங்களைத் தாங்கும் வடங்கள் பிணர்வற்ற உருளைகள் மேல் சென்று வரைப். 13ல் காட்டியபடி நின்றால், ஐ என்ற இணைக்குத்து ஒரு திட்டத் தானத்தை அடையும். தள்ளி விட்டாலும் அதே தானத்

Point = குத்து

திற்கு மீண்டு வந்து சேரும். ஐக வடமும், ஐச வடமும் செங்கோணக நிற்கும். 3, 4, 5 ராத்தல் சக்திகளினி டையில் ஐ என்பது சமதுலையிலிருப்பதால், சக்தியலகு கோட்டுப்படம் ஐசட என்ற முக்கோண். அதன் மூன்று சிறைகளும் 3 : 4: 5 வீதமாக விருக்கும். இது செம் முக்கோணகும்: $3^2 + 4^2 = 5^2$, ஆகையால் 3-ரா சக்தியும் 4-ரா சக்தியும் ஒன்றுக்கொன்று செங்கோணக விருக்கும். ஒரு வடத்தை க, ச, நுனிகளில் கட்டி

Sides= சிறைகள்

right angled triangle செம்முக் கோண்



(வரைப். 14)

விட்டு ஐ என்ற குத்தில் பா, என்ற பாரத்தை தொங்கவிட்டால், வடம் இழுக்கப்படும். வரைப். 14 பார்க்க. இயங்கலகு கோட்டுப்படம் வரைந்திருப்பது பார்க்க: ஐடதவில், ஐட என்பது வடத்தில் ஐச என்ற பாகத்தின் தகைவு; டத என்ற இயங்கலகு வடத்தின் கஐ என்ற பாகத்தின் தகைவைக் குறிக்கும்; தஐ என்பது பாரத்தைக் குறிக்கும். கஐயும் ஐசவும் எவ்வளவுக் கெவ்வளவு ஒருநேர் வரையாகப் பொருந்துகிறதோ, அவ்வளவுக் கவ்வளவு தடவும் ஐடவும் தஐ விடப் பெரிய வரைகளாகுமல்லவா? ஆகையால் கஐச என்பது நேர்வரை நிலைக்கு நெருங்கிவிட்டால் சிறு பாரம் கூட ஐ என்ற குத்தில் கீழ் இழுத்தால், வடம் அறுபடலாம். ஆகையால் மாலுமியேணை போதிய தொங்கலில்லாமல் கட்டப் பட்டால் படுக்கும் ஆளின் பளுவை விடக் கயிறுகளுக்குத் தகைவு மிக அதிகமாகும். கஐ, சஐ, இந்த வடங்களிலுண்டாகும் தகைவுகள் ஒவ்வொன்றும் பா என்ற பாரத்துக்குச் சமமாக விருக்க எவ்வாறு அமைக்கப்படவேண்டும் என்பதை மாணுக்கர் எளிதில் தீர்மானிக்கலாம்.

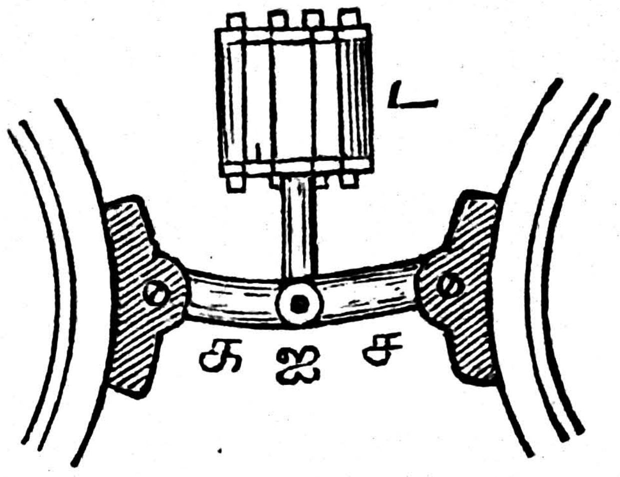
Hammock =மாலுமி யேணை

வரைப்படம் 15 பார்க்க. இரண்டு சக்கரங்களுக்கிடையிலுள்ள தடைக்கவ்விகள் கச என்ற கைகளால் மத்தியில் ஐ என்ற இடத்தில் கீல் இணையில் சேர்க்கப் பட்டிருக்கின்றன,

Brake shoes= தடைக் கவ்விகள்

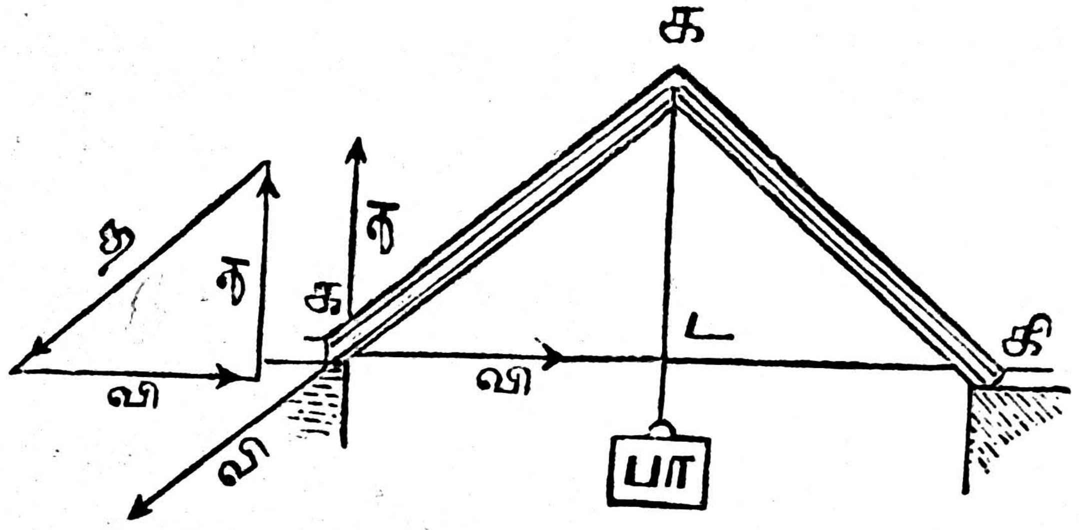
ட என்ற குழலுருட்டில் செறிவளி விட்டால் ஊடியங்கி மேலே தள்ளப்படும். அதனுல் க, ச கைகள் தூக்கப்பட்டு இரண்டும் நேர் வரையாக நீட்டப்படும். இவ்வாறு கைகள் நீட்டப்படுவதால், கவ்விகள் சக்கரங்களின் பேரில் பலமாகப் பற்றும். எவ்வளவுக்கெவ்வளவு இரண்டு கைகளும் நேர்படுகின்றனவோ அவ்வளவுக் கவ்வளவு தடை கவ்விகள் பற்றும் சக்தி அதிகமாகும்.

Compressed air = செறிவளி



(வரைப். 15)

தகைவுகளின் கணக்கீடு



வரைப். 16

வரைப். 16ல் காட்டப்பட்ட க ச கி என்ற கையின் பகுதிகள் உறும் தகைவுகளை கணக்கிடல் முறை: பா பாரத்தை கை தாங்குகிறது. கையின் க என்ற முனையில் பற்றும் சக்திகளை எடுத்துக்கொள்வோம்.

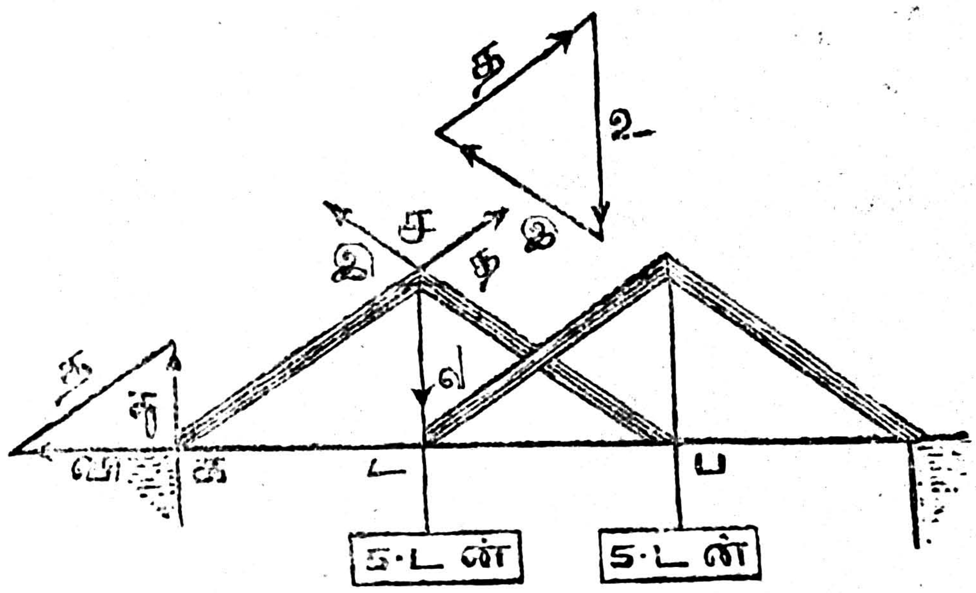
கீழ் 54ல் விளங்குவது போல், ஒரு தூணின் மேல் பாதிப்பாரமும் மற்றத் தூணின்மேல் பாதிப்பாரமும் தங்கும். கையின் சுயபாரத்தைக் கவனித்தல் வேண்டியதில்லையாயின், கையின் முனை க என்ற குத்தில் தூணின்மேல் $\frac{பா}{2}$ சக்திபற்றி அமுக்கம் ஏற்படுகிறது. க என்பது சமதுலையில் நிற்கிறது. அதன் மேல் பற்றும் சக்திகள் மூன்றும் அம்புக்குறிகளால் காட்டப்பட்டிருக்கின்றன:—அ என்பது தூணின் மேல்நோக்கும் அமுக்கு எதிர்வினை; த என்பது க ச என்ற கை சாய்ந்தவாக்காகக் கீழ்த் தள்ளும் சக்தி;

வி என்பது கடகி என்ற கம்பிச்சட்டத்தின் அமுக்குத் தகைவு. இவை மூன்றும் கூடிச் சமதுலே ஏற்படுகிறது. ஆகையால் இவைகளின் அலகு, கோட்டுப் படத்தில் காட்டியவாறு முக்கோணமாயிருக்கவேண்டும். கோட்டுப் படத்தின் மூன்று சிறைகளும் கசட என்ற முக்கோணத்தின் மூன்று சிறைகளுக்கும் முறையே ஓரிடையாக

Parallel= ஓரிடை

இருக்கின்றன வாகையால் இரண்டு முக்கோணமும் நேர் போன்மை வடிவங் கொண்டவையாகும். ஆகையால் அ, த, வி, என்ற சக்திகள், சட, கச, கட என்ற சிறைகளின் நீளங்களின் சமவீதமாகும். அ என்பது பா/2 ஆகையால், மற்றச் சக்திகளின் அளவு, கசட என்ற முக்கோணத்தின் சிறை நீளங்களினின்று வீதப்படி அறிந்து கொள்ளலாம்.

Similarity = நேர் போன்மை



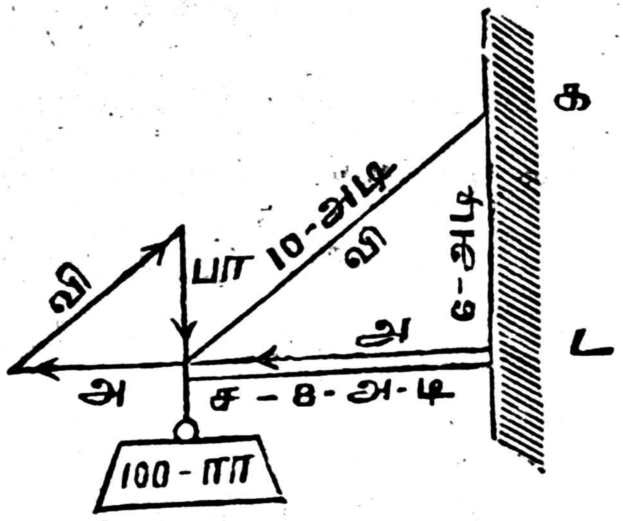
வரைப். 17

வரைப்படம் 17ல் காட்டப்பட்ட இரட்டைக் கையமைப்பில் மொத்தம் 10 டன் பாரத்தில், பாதி 5 டன் பாரம் க என்ற தூணின் மேல் தங்கும். ஆகையால் அ=5டன். (மேல்நோக்கும் எதிர்வினே). கச, கட வின் தகைவுகளே முன் உதாரணத்தின் முறையாகக் காணலாம். ஆனல் சட என்ற நடுக்கம்பியின் தகைவைக் கண்டுபிடிக்க, ச என்ற குத்தின் மேல் பற்றும் சக்திகளேக் கோட்டுப் படமாக வரையவேண்டும். ச என்ற குத்தும் சமதுலேயாக நிற்பதால் அதைப் பற்றும் மூன்று சக்திகளின் அலகு கோட்டுப் படம் முக்கோணமாகும்.

46. டகரக்கை கணக்கு

வரைப்படம் 18ல் காட்டப்பட்ட அளவுகளமைந்த டகரக்கை கட்டிடத்தில் 100-ராத்தல் பாரம் தொங்குவதாகக் கொள்வோம். கச என்ற இணைக்கம்பி மேல் என்ன விகுதகைவு? குறுக்குக்கை சட என்பதன்மேல் என்ன இறுக்குத்தகைவு?

Crane= டகரக்கை கட்டிடம்



(வரைப். 18)

ச குத்தில் சமதுலையின் பகுதிகளாகிய மூன்று சக்திகளாவன: கீழ் நோக்கிப் பற்றும் பாரம் 100-ராத்தல். இது பா. குறுக்குக் கையின் வெளிநோக்கித் தள்ளும் அமுக்கம். இது அ. இணைக்கம்பியின் விகுவு வி. இது சக முகமாகப் பற்றும். கோட்டுப்படம் இந்த மூன்று சக்திகளின் செல்திசைகளுக்கு முறையே ஒரிடையான சிறைகளைக் கொண்ட முக்கோணதும். இது படத்தில் காட்டப்பட்டிருக்கிறது. இரண்டு முக்கோண்களும் நேர்போன்மை கொண்டவையாகும். பொறியின் அளவுகளிலிருந்து கோட்டுப் படத்துச் சிறைகளின் அளவுகள் வீதம் அறியலாம். பா அறிவோமாகையால் அதிலிருந்து அவும் வியும் அறியலாம்.

Pressure= அமுக்கம்= Tension= விகுவு Compression =இறுக்குத் தகைவு

இந்த உதாரணங்களில் தகைவுகள் அடையும் கம்பிகளின் பாரத்தைக் கவனியாமலே கோட்டுப்படம் வரைந்து கணக்கீடு செய்யப்பட்டது. விஷயத்தை எளிய முறையில் விளக்குவதற்காக இவ்வாறு கூறுகளின் பாரத்தை நீக்கியது. உண்மையில் பெருங் கட்டடங்களில் கூறுகளின் பாரமும் கவனித்தல் அவசியமாகும்.

கணக்குகள்

ஒரு குத்தின்மேல் 300 சிரெடை சக்தியொன்றும் 400 சிரெடை சக்தி மற்றொன்றும் ஒன்றுக்கொன்று செங்கோணகப் பற்றினல், கோட்டுப் பட முறையில்

அவை இரண்டுக்கும் சமமான ஒரு சக்தியின் அளவும் செல்திசையும் கண்டுபிடிக்க.

2. ஒரு குத்தின்மேல் முறையே கிழக்கு, வட கிழக்கு, வடக்கு, வடமேற்கு முகமாக, 3, 4, 5, 6 ராத்தல் சக்திகள் பற்றுகின்றன. தொகுபயனைக் கோட்டுப்படம் வரைந்து, அளந்து கண்டு பிடிக்க. வட வரைக்கு அதன் கோணையும் அளந்து கண்டு பிடிக்க.

3. மூன்று வடங்கள் ஒரு குத்தில் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இணைக்குத்து தடையின்றி இயங்கும். வடங்களில் முறையே 60, 70, 80 சீரெடை விகுவுகள். கோட்டுப்படம் வரைந்து வடங்களினிடையில் சமநிலைக் கோணங்களை அளந்துச் சொல்லுக.

4. ஒரு குத்தின்மேல் 10-ரா சக்திகள் இரண்டும் பற்றித் தொகு பயன் 10-ரா சக்தி ஒன்றேயாகுமானால், சக்திகளின் செல்திசைகளைக் கண்டு பிடிக்க.

Kgm. = ஆ. சீ. (ஆயிரசீரெடை)

5. மேஜைப் பரப்புக்கு 45° கோணக ஒரு சக்தி செலுத்தி மேஜையின் மேலுள்ள ஒரு பாரத்தைப் பக்க வாட்டாகத் தள்ளவேண்டும். பிணர்வு சக்தி 2 ஆ. சீ. (2 ஆயிர சீரெடை)

Sledge = பனிவண்டி

45° = 45 கூறு

6. தரைக்கு 30° கோணில் கயிறு அமைத்து 20-ரா சக்தி செலுத்தி ஒரு பனி வண்டியை இழுப்பதானல், வண்டியை முன்செலுத்தும் சக்தியளவும், பாரத்தை எதிர்க்கும் பகுதி சக்தியளவும் கணக்கிடுக.

7. 30-அங்குல நீளம் கொண்ட ஒரு வடத்தில் 2-ரா பாரம் ஒன்று ஒரு ஆணியில் கட்டித் தொங்குகிறது. அதை மட்ட வாக்காக ஒரு சக்தி 1 ரா கொண்டது தள்ளி நிற்கிறது. தாங்கும் குத்தில், செங்கோட்டுக்கு எவ்வளவு தூரம் தள்ளப்படும்?

Horizontal = மட்டவாக்கு

8. 60 கி நூ. நீளம் வடத்தில் ஒரு 32. சீ(ரெடை) பாரம் செங்குத்துச் சுவர் ஒன்றில் ஒரு குத்தில் கட்டித் தொங்குகிறது. 24 சீ. சக்தி சுவரின் செங்கோட்டாகப் பாரத்தை இழுத்தால், சுவரினின்று எவ்வள தூரம் அகலும்?

9. ஒரு மாலுமியேணையின் இருவடங்கள் ஒவ்வொன்றிலும் விகுவு சக்தி, படுத்திருக்கும் ஆளின் பாரத்திற்கு இருமடங்கானால், கோட்டுப்படம் வரைந்து இரு வடங்கள் என்ன கோணாய் நிற்கும் என்பதைக் கண்டு சொல்லுக. Hammock = மாலுமி யேணை

10. ஒரு மட்டமாகவும் 18 அடி இடையுடனும் அமைந்த இரண்டு கொக்கிகளுக்குக் கட்டிய ஒரு கயிற்றின் மத்தியில் 180-ரா பாரம் கட்டித் தொங்க, கயிற்றின் மத்திக் குத்தானது கொக்கிகளின் மட்டத்திற்கு 3 அடி தாழ்ந்திருந்தால், கொக்கி ஒன்றின்மேல் என்ன சக்தி பற்றுகிறது ?

11. வரைப். 18ல் காட்டிய டகரக் கட்டிடத்தில் குறுக்குக்கை 5 அடி நீளமும், கட 3 அடி உயரமும் தாங்கும் பாரம் 270-ரா ஆனால், இணைக்கம்பியின் விகுதகையும் குறுக்குக்கையின் இறுக்குத் தகைவும் கண்டு பிடிக்க.

12. வரைப் 18ல் உள்ள சுவர் முன் சாய்ந்து குறுக்குக்கை சட வில் ட வுக்கு இடது புறம் 1 அடி தூரத்தில் ஒரு குத்துக்கு நேர் செங்குத்தாக க என்ற குத்து அமைவதாகவும், குறுக்குக்கை 9 அடி நீளம் சரி மட்டமாகவும், தொங்கும் பாரம் 240-ரா வாகவும் வைத்து, கச, சடவின் தகைவுகள் கண்டு பிடிக்க.

47. கட்டிப் பொருளின் சமதுலை

பருமன்கொண்ட கட்டிப்பொருள்களின் இடப்பெயர்ச்சியானது, விசையிலோ திசையிலோ மாறுமலும், அதின் சுழற்சி விசையோ சுழற்சி ஆயமோ மாறுமலும் நின்றால், அது சமதுலையிலிருப்பதாகச் சொல்லப்படும். Axis of rotation = சுழற்சி ஆயம்

அதாவது, ஒரு கட்டிப்பொருள் இடப் பெயர்ச்சியிலாவது சுழற்சியிலாவது யாதொரு விசைமாற்றம் கொள்ளாமல் நின்றால் சமதுலையாகும். Displacement = இடப்பெயர்ச்சி

48. இடப்பெயர்ச்சி சமதுலை வாய்ப்பு.

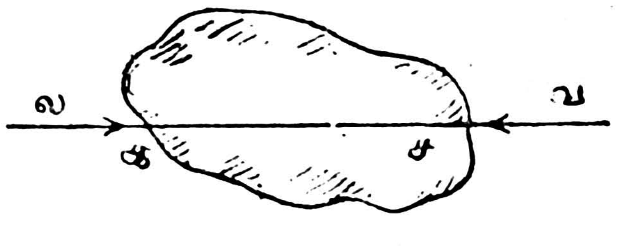
கட்டிப்பொருளில் இடப்பெயர்ச்சி விசைமாற்றம் உண்

Rigid body =கட்டிப் பொருள் Particle= நுணுக்கு

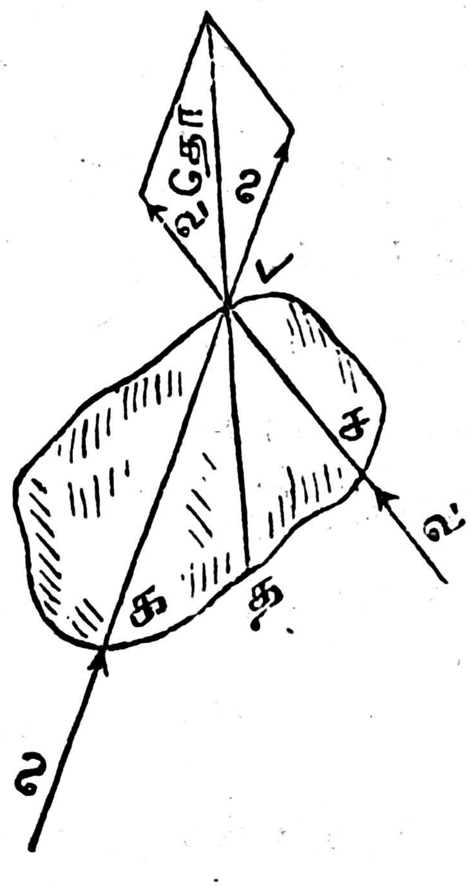
டாகாமலிருப்பதற்கு, அதன்மேல் பற்றி நிற்கும் சக்திகள் நுணுக்கு சமதுலைக்கு வேண்டியவாறே ஒன்றுக் கொன்று பொருந்தி நிற்கவேண்டும். எந்தத் திசையிலும் விசை மாற்றம் உண்டாகாதிருக்க பற்றும் சக்திகளின் தொகு பயன் சுன்னமாயிருக்க வேண்டுமாகையால் சக்திப் படம் எவ்விதமானதாயினும் பல சிறைகளும் மூடி நிற்க வேண்டும் என்பது விளங்கும்.

49. இரண்டு சக்திகள் பற்றும் நிலை விமரிசனம்

சுழற்சி விசைமாற்றம் உண்டாகாத வாய்ப்பு கண்டு பிடிப்பதற்கு ஒரு சில சாதாரண சமதுலை நிலைமைகளை ஆராய்வோம். வரைப். 19 பார்க்க.



வரைப். 19



வரைப். 20.

இரண்டு சக்திகள் பற்றிய ஒரு பொருள் இடப் பெயர்ச்சி விசைமாற்றம் கொள்ளாமலிருக்க, ல, வ சக்திகள் இரண்டும் சமமாகவும் செல்திசைகள் மாறாகவும் இருக்க வேண்டும். சமதுலைக்குள்ள இரண்டு வாய்ப்புகளில் இது ஒன்றாகும். பருமன் கொண்ட ஒரு பொருளை அவ்விரண்டு சக்திகளும் சேர்ந்து சுழற்றாமலிருக்க, இரண்டும் ஒரே நேர் வரையில் மாறுதிசைகளில் பற்றவேண்டும் என்பதும்

விளங்கும். க,ச என்ற குத்துகளில் பற்றும் சக்திகள் பொருளை இக்குத்துகளுக்கிடையில் இறுக்குமே தவிர, அதைச் சுழற்ற இயலாது.

50. ஒரு தளத்தில் இரண்டு சாய்ந்த சக்திகளின் தொகு பயன்

வரைப் 20 பார்க்க. ஒரு பருமன் கொண்ட பொருளின் மேல் ல் வ என்ற இரண்டு சக்திகள் சாய்ந்த வாக்காகப் பற்றுவதாகவும், அவை இரண்டின் செல் திசையும் நீட்டப் பெறின் ட என்ற குத்தில் வெட்டும் என்றும் வைத்துக் கொள்வோம். லவுக்குச் சமமாகவும் நேர் எதிராகவும் ஒரு சக்தி ட என்ற குத்தில் பற்றினால் லவுக்குச் சமதுலையாகும். அவ்வாறே அதே ட குத்தில் வ வுக்கு சமமாகவும் நேர் எதிராகவும் ஒரு சக்தி வ வுக்குச் சமதுலையாகும். ஆகையால் ல வ இரண்டு சக்திகளின் தொகு பயனை, சக்திமுக்கோண் முறையில் கண்டு, அதற்குச் சமமாகவும் நேர் எதிராகவும் ஒரு சக்தி தோ என்பதை, ட என்ற குத்தில் செலுத்தினால், ல் வ இரண்டுக்கும் ஈடாகி நின்று, பொருளில் சமதுலை உண்டாக்கும். இந்த தோ சக்தியை அதன் செல் திசை டத என்ற வரை வழி எந்தக் குத்தில் செலுத்தினும் சமதுலை பிறழாது என்பதும் விளங்கும். ஆகையால் ல், வ வின் தொகுபயன் தோ வின் சமஈடாகும்; அதன் செல்திசை தட வரை வழி.

Triangle of Forces = சக்திமுக்கோண் முறை

51. சக்தியின் ஆயப்பயன்

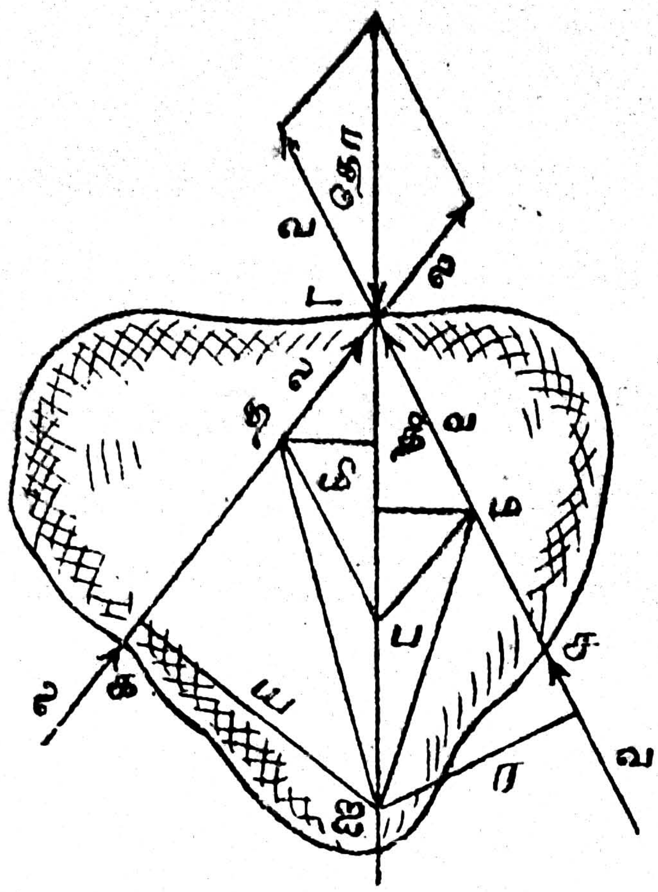
Moment of Force = சக்தியின் ஆயப்பயன்

Pivot = சுழலகமுளை

Axis = ஆயம்

வரைப். 21 பார்க்க. மேலே விமரிசை செய்யப்பட்ட சம துலை நிலைமையில் தோ சக்தியை ட ஐ என்ற வரையில் ஐ என்ற ஒரு குத்தில் ஒரு சுழலக முளை வைத்து அதன் மேல் உண்டாகும் அமுக்கத்தால் பெறலாம். அப்போது ல் வ என்ற இரண்டு சக்திகளும் ஐ என்ற சுழலக முளையைப் பற்றிச் சம எதிராக ஒன்றை யொன்று ஈடு படுத்திக் கொண்டு நிற்கும். இவ்வாறு ஒரு ஆயத்தைக் குறித்து சமஈடாகப் பொருந்தி நிற்கும் சக்திகள் அந்த

ஆயத்தின் மேல் சம எதிர் ஆயப் பயன் கொண்டவை என்று சொல்லப்படும்.



(வரைப். 21.)

சாதாரண அனுபவத்தால் சுழலக மூளை, அல்லது அச்சினின்று எவ்வளவுக்கு எவ்வளவு சக்தியின் செல்திசை தொலையில் நிற்கிறதோ அவ்வளவுக்கவ்வளவு பொருளைச் சுற்றும் திறன் அதிகமாகும் என்று அறிவோம். ஒரு பாரமான கதவைத் திறக்கவேண்டுமானால் சுழல் மூளைகளிலிருந்து தூரமாகக் கதவின் வெளி ஓரத்தைப் பிடித்து இழுப்போம். சுழல் மூளைகளிருக்குமிடம் பிடித்திழுத்தால் கதவைத் திறப்பது அசாத்தியம்.

ஆகையால் ஒரு பொருள் ஒரு ஆயத்தில் பொருந்தி நின்றால் அதன்மேல் பற்றும் சக்தியின் ஆயப் பயன், இரண்டளவுக்கு நேர்வீதமாக நிற்கும் (1) சக்தியின் அளவு (2. அதன் செல் திசைக்கும் ஆயத்திற்கும் உள்ள தொலையளவு. ஒரு சக்தியின் ஆயப் பயன் என்பது குறிப்பிட்ட ஆயத்தைக் கொண்டு பொருளைச் சுழலச் செய்யும் திறனளவாகும். இதன் அலகேண், ஆயத்திற்கும் சக்தியின் செல் திசைக்கும் இடையில் நிற்கும் செங்கோட்டின் அளவால் சக்தியைப் பெருக்கி வரும் தொகையேயாகும்.
ஆயப் பயன் = சக்தி × நேர் தொலை.

ஒரு தளமாகப் பற்றும் இரண்டு சக்திகளைப்பற்றி மேலே சொல்லப்பட்ட முடிவுக்கு நிரூபணம்:

ஐ என்பது சுழலகம். அதிலிருந்து இரு சக்திகள் ல் வ வின் செல் திசைகளுக்குச் செங்கோட்டுத் தொலை முறையே ய ர வாக வைப்போம். இரண்டு சக்திகளின் ஐ ஆயப் பயன் சம எதிரீடாக நின்றால் ல × ய = வ × ர என்பதை நிரூபிக்கவேண்டும். அது பின் வருமாறு,—

டத = ல ஆகவும், டம = வ ஆகவும் இயங்கலகு கொண்ட டதபம என்ற ஓரிடை நாற்கோண் அமைக்கவும். தஐ, மஐ, வரை கிழிக்க. இப்போது முக்கோண் டதஐ யின் பரப்பு = $\frac{1}{2}$ ல × ய.

[ஏனெனின் முக்கோணின் அடிவரை ல, அதன் உயரம் ய ஆனபடியால்.]

அவ்வாறே முக்கோண் டமஐ பரப்பு = $\frac{1}{2}$ வ × ர.

ஆனால் முக்கோண்கள் டதஐயும் டமஐயும் சமப் பரப்புள்ளவை.

ஏனெனின் இரண்டும் ஒரு பொது அடிவரை டஐ கொண்டும் இரண்டும் ஒரே சம உயரம் கொண்டு முள் ளவை. ததி = மமி (ஓரிடை நாற்கோணத்தின் நேர் வரைகள் ஆனபடியால்)

∴ ல × ய = வ × ர.

ஆக நிரூபிக்கப் பட்டது: ஐ ஆயமானது டப என்ற வரையில் எந்தக் குத்திலாவது அமைந்தால், ல வ சக்தி களின் ஆயப் பயன்கள் சம எதிராக இருக்கும் என்றும் அவ்வாறு நின்றபோது ல × ய = வ × ர என்றும்.

இந்த பெருக்குத் தொகைகளே எடுத்துக்கொண்ட ஆயத்துக்குப் சக்திகளுடையும் ஆயப் பயன்களின் அளவைகளாகும்.

Parallelogram = ஓரிடை நாற்கோண்

Base = அடிவரை

Altitude = உயரம்

52. சம துலக்கு இரண்டாவது வாய்ப்பு

48 வது கூற்றில் சொல்லப் பட்டது பருமன் கொண்ட கட்டிப் பொருளின் சம துலை முதல் வாய்ப்பு. இன்றியமையாத இரண்டாம் வாய்ப்பு ஏதென் றால், பொருளில் யாங்குமமைந்த ஆயத்தைச் சுற்றியும் சுழற்சி விசை மாற்றம் உண்டாகாதவாறு பற்றிய சக்திகள் பொருந்தியிருக்கவேண்டும் என்பது. ஒரு சக்தியின் சுற்றுத் திறனின் அளவை அதன் ஆயப் பயனானபடியால் எந்த ஆயத்தைக் கொண்டாவது பொருளை வலமாகச் சுழலச் செய்யும் சக்திகளின் ஆயப் பயன்களின் கூட்டுத் தொகையானது அதே ஆயத்தைச்சுற்றிப் பொருளை

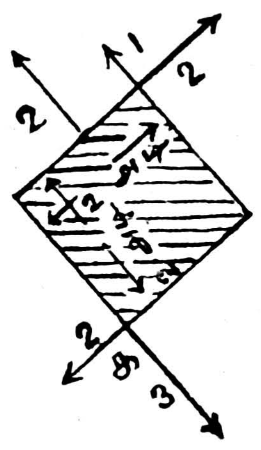
Para = கூறு

Clock-wise = வலம் × இடம்

இடமாகச் சுழலச்செய்யும் சக்திகளுடைய ஆயப் பயன்களின் கூட்டுத் தோகைக்குச் சமமானுல் சுழல் விசையாற்ற மின்மை வாய்ப்பு அமையும்.

53. ஒரே தள சக்திகள்

ஒரு பொருளின் மேல் பற்றிய சக்திகள் ஓரே தளத்தில் செல் திசை கொண்டால், உதாரணமாக வரைப் படம் 22ல் காகிதத்தின் தளமாக நின்ருல், பொருள் சுற்றக் கூடியது அந்தத் தளத்திற்குச் செங்கோடாக நிற்கும் ஆயத்தைச் சுற்றியே தான். பற்றி நிற்கும் சக்திகளின் கோட்டுப்படம் மூடுசிறையி யானுல் இடப் பெயர்ச்சி விசைமாற்றமில்லை யென்பது தீரும். இது [வரைப். 22] முதல் வாய்ப்பு.



Closed figure= மூடுசிறையி
figure= சிறையி
side= சிறை

சக்திகள் பற்றும் தளத்திற்குச் செங்கோட்டாக நிற்கும் ஏதேனும் ஒரு ஆயத்தைச் சுற்றி வலம் ஆயப் பயன்களின் கூட்டுத் தொகையும் இடம் ஆயப் பயன்களின் கூட்டுத் தொகையும் சமமானுல், பொருள் சம துலையில் அமையும். பொருளில் வேறெந்த ஆயத்தை எடுத்துக்கொண்டாலும் தொகு ஆயப் பயன் சுன்னமாகும்.

உதாரணமாக, ஒரு 2 அடி சதுரப் பலகை எடுத்துக் கொள்வோம். படம் 22ல் காட்டியவாறு சக்திகள் பற்றினுல், சக்திகோட்டுப்படம் மூடு சிறையி ஆகும். இதை மாணுக்கர் எளிதில் மெய்ப்பித்துக் கொள்ளலாம். இடப் பெயர்ச்சியைப் பொருந்தியவரையில் பொருள் சம துலையிலிருக்குமென்பது விளங்கிற்று.

அடுத்த படியாக, சக்தி தளத்திற்குச் செங்கோடாக நிற்கும் ஒரு ஆயத்தை வைத்துச் சக்திகளின் ஆயப் பயன்களைக் கணித்துப் பார்க்க. க என்ற குத்தில் ஆயம் நின்ருல், கீழ்க் கண்டவாறு தொகை காணும். வலம் சுற்று ஆயப்பயன்களைக் கூட்டுக்குறி வைத்து இடம் சுற்று ஆயப்பயன்களைக் குறைக்குறி வைத்து, முறையே,

Plus= கூட்டு
Minus= குறை

$$
\begin{aligned}
-2\times1 &= -2\\
-1\times2 &= -2\\
+2\times2 &= +4\\
3\times0 &= 0\\
2\times0 &= 0
\end{aligned}
$$

ஆக ஆயப்பயன்களின் கூட்டுத் தொகை = 0.

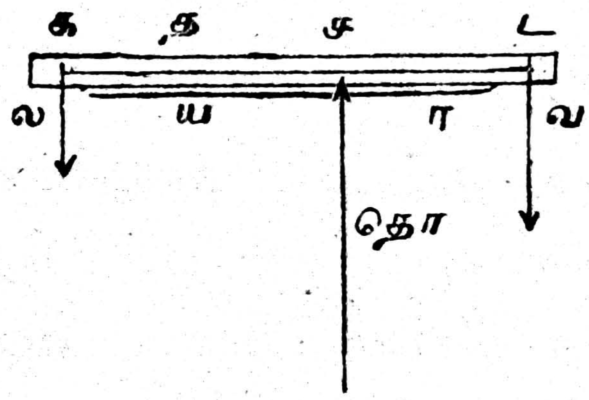
$-2\times1=$ குறை 2 மடங்கு 1 $+2\times-2$ $=-4$ கூட்டு 2 மடங்கு குறை 2க்குச்சமம் குறை 4.

ஆகையால் இந்தச் சக்திகளின் பயனுகப் பலகை சம துலேயிலிருக்கும். சம துலேயில் பொருள் நிற்பதால் எந்த ஆயத்தைச் சுற்றியும் சக்திகளின் ஆயப்பயன்களின் தொகை சுன்னமாகும் என்பது பெறலாம்.

பலகையின் மையத்தில் ஆயம் நின்ருலும், ஆயப் பயன்களின் தொகை சுன்னமாகும் என்று பார்த்துக் கொள்க.

54. மூன்று ஓரிடைச் சக்திகள்

வரைப்படம் 23ல் காட்டியபடி, மூன்று ஓரிடைச் செல்திசைகொண்ட சக்திகள் பற்றிய ஒரு சட்டம் சம துலேயில் நின்ருல், இடப்பெயர்ச்சி விசைமாற்றமின்மை வாய்ப்பு உண்டாவதற்கு, மேல் நோக்கு சக்திகள் கீழ் நோக்கு சக்திகளுக்குக் கூட்டுத்தொகை சமமாக இருக்க வேண்டும். அதாவது ல + வ = தொ. சக்திகளின் ஆயப் பயன்கள் எதிரீடாக விருக்கவேண்டுமென்ற வாய்ப்பு



(வரைப். 23)

பெற, ல × ய = வ × ர. இவை ச என்ற குத்தைச் சுற்றிய ஆயப் பயன்கள். தோவுக்கு அந்தக் குத்தில் ஆயப்பயன் சுன்னம். அல்லது க என்ற ஆயத்தை வைத்து ஆயப்பயன்கள் எடுத்துக் கொண்டால், தொ × ய = வ × (ய + ர). ல வுக்கு க என்ற குத்தில் ஆயப்பயன் சுன்னம்.

க, ச, ட, என்ற குத்துகள் நீங்கலாக வேறு எந்தக் குத்தையாவது ஆயமாக வைத்துப் பார்த்தால் மூன்று ஆயப்பயன்கள் உண்டாகும். உதாரணமாக, த ஆயமானல் வ வின் வலஞ்சுற்றும் ஆயப்பயன், ல, தோ இரண்டின்

இடஞ்சுற்று ஆயப்பயன்களின் கூட்டுத்தொகைக்குச் சமனாக வேண்டும். வலஞ்சுற்று ஆயப்பயன்களை + ஆகவும், இடஞ்சுற்று ஆயப்பயன்களை — ஆகவும் வைத்துக் கணக்கிடுவது முறையாகும்.

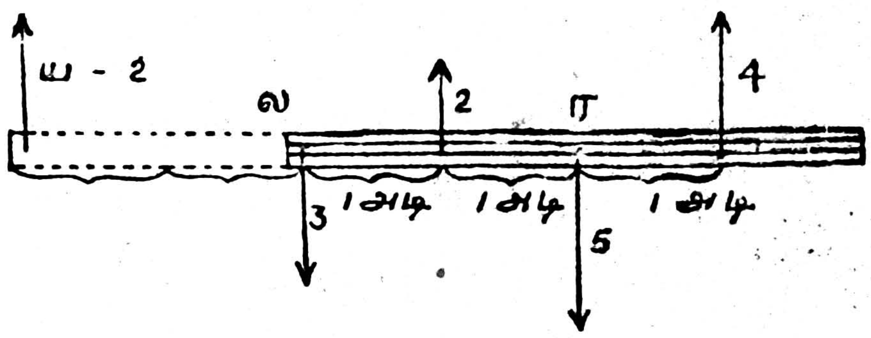
55. பொதுவாக ஒரிடைச்செல்திசை சக்திகள்

ஒரிடைச் செல்திசை சக்திகள் பற்றி உண்டாகிய சமதுலை நிலை எதையும் இவ்வாறே விமரிசை செய்யலாம். இரண்டு வாய்ப்புகள் பொருந்தவேண்டும்.

1. ஒரு திசையில் பற்றும் சக்தியளவைகளின் கூட்டுத்தொகை, எதிர்த்திசையில் பற்றும் சக்தியளவைகளின் கூட்டுத்தொகைக்குச் சமமாக விருக்கவேண்டும்.

2. எந்த ஆயத்தை வைத்தாவது வலஞ்சுற்றும் ஆயப்பயன்களின் கூட்டுத்தொகை இடஞ்சுற்றும் ஆயப்பயன்களின் கூட்டுத்தொகைக்குச் சமமாக இருக்கவேண்டும்.

56. உதாரணம்



(வரைப் 24.)

வரைப் படம் 24 பார்க்க. ஒரு சட்டம், கவனிக்கத்தக்க பாரமற்றது, நான்கு சக்திகளால் பற்றப் படுகிறது. 4-ரா, 2-ரா. சக்திகள் மேல் நோக்கியும், 3-ரா, 5-ரா சக்திகள் கீழ் நோக்கியும் பற்றுகின்றன. இந்த நிலைமையில் எந்த அளவு கொண்ட ஒரு ஐந்தாவது சக்தியை எந்தக் குத்தில் பொருத்தினால் சம துலை ஏற்படும் என்று கண்டு பிடிக்கவேண்டும். மேல் நோக்கிப் பற்றும் சக்தி மொத்தம் 6-ரா. கீழ் நோக்கிப் பற்றும் சக்தி மொத்தம் 8-ரா. ஆகையால் சம துலை இடப் பெயர்ச்சி இன்மை வாய்ப்புப்படி, காணவேண்டிய ய சக்தியின் அளவு 2-ரா மேல் நோக்கிய

தாக இருக்கவேண்டும். எந்த குத்தில் இந்தச் சக்தி பற்ற வேண்டும் என்பதை அறிய, சமதுலை இரண்டாம் வாய்ப்பை ஆராயவேண்டும்: அதாவது, வலஞ் சுற்றும் ஆயப் பயன்கள் = இடஞ் சுற்றும் ஆயப் பயன்கள்.

ல என்ற குத்து ஆயமாக வைத்துக் கொள்ளலாம். ஆயப் பயன்கள் மொத்தம்:

$$\left.\begin{array}{r} 3\times 0=0 \\ -2\times 1=-2 \\ +5\times 2=+10 \\ -4\times 3=-12 \end{array}\right\}$$ ஆக மொத்தம் = —4 இடஞ் சுற்று

ஆகையால் சம துலை பெற, ய என்ற 2-ரா வலஞ் சுற்று 4 ஆயப் பயன் தரவேண்டும். இது மேல் நோக்கிய செல் திசை கொண்டிருக்கவேண்டும் என்றும் கண்டோம். ஆனபடியால் லவுக்கு இடமாக 2அடி தொலையில் பற்ற வேண்டும். அதாவது, சட்டம் இடது பக்கம் 2 அடி நீட்ட வேண்டும். ல என்ற குத்துக்குப் பதிலாக வேறு எந்த இடத்தை எடுத்துக் கொண்டாலும் இதே பயன் தருவதைப்பார்க்கலாம். உதாரணமாக ர என்ற குத்து எடுத்துக்கொண்டு பார்க்க.

$$\left.\begin{array}{r} -3\times 2=-6 \\ +2\times 1=+2 \\ 5\times 0=0 \\ -4\times 4=-4 \end{array}\right\}$$ ஆக — 8 இடஞ் சுற்று

ஆகையால் சமதுலை பெற மேல் நோக்கி 2-ரா சக்தி ரவிருந்து 4 அடி இடது பக்கம் பற்ற வேண்டும். அதாவது முன் கண்ட குத்தே யாகும்.

57. சுழலிரட்டையும், அதன் ஆயப் பயனும்

மேலே ஆராய்ந்த நிலைமையில், மேல் நோக்கு சக்தி 4-ராவுக்குப் பதிலாக 6-ரா ஆக விருந்தால், ஒரு விசேஷ நிலைமை ஏற்படும். அதைத் தனியாக ஆராய வேண்டி வரும்.

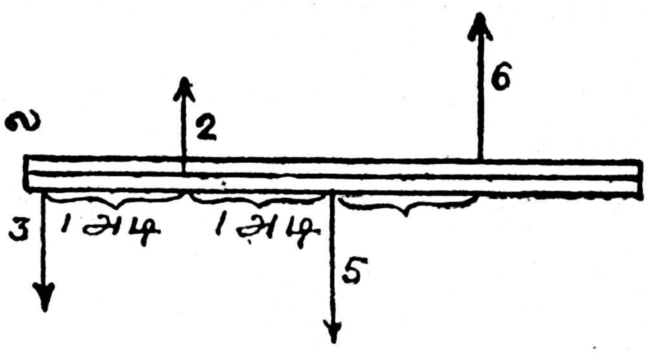
மேல் நோக்கும் சக்திகளும் கீழ் நோக்கும் சக்திகளும் சரி சமனாகும். ஆனாலும் சட்டம் சம துலையிராது. ஏனெனின், ல ஆயத்தை வைத்துப் பார்ப்போம்,

வலம் ஆயப் பயன்

$$5\times 2 = +10$$

இடம் ஆயப் பயன்கள்

$$\left.\begin{array}{l} -2\times 1 = -2 \\ -6\times 3 = -18 \end{array}\right\} \text{ஆக } -20$$



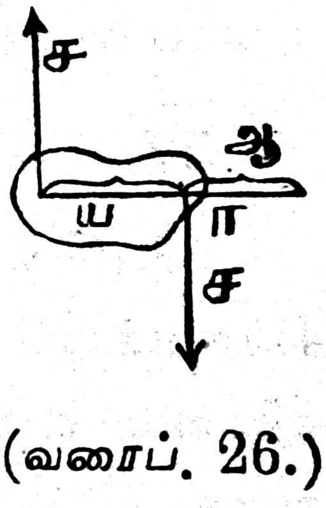
(வரைப். 25)

ஆகையால் மேல் நோக்கு-கீழ் நோக்கு—செல்திசை சக்திகள் சம அளவாகவும், வலம் இடம் ஆயப் பயன்கள் வித்தியாசமாகவு மிருப்பதால், இடப் பெயர்ச்சியின்றிச் சுழற்சி மட்டும் ஏற்படும். இவ்வாறான பொருத்தத்திற்குச் சுழலிரட்டை என்பது குறியீடு. இப் பொருத்தத்தினால் பெறும் ஆயப் பயனுக்குச் சுழல் என்று பெயர். இதைத் தனி ஒரு சக்தியைக்கொண்டு எதிரீடு செய்ய இயலாது. ஏனெனின், மேல் நோக்கியோ கீழ் நோக்கியோ எந்த அளவில் ஒரு சக்தி பொருத்தினாலும் அது இடப் பெயர்ச்சி சம துலையைக் கலைத்து விடும். ஒரு சுழலிரட்டையை, அதற்கு எதிரீடான சுழல் கொண்ட வேறொரு சுழலிரட்டையினாலேயே தான் சம துலை செய்ய முடியும்.

Couple= சுழலிரட்டை

Torque= சுழல்

சுழலிரட்டைக்கு எளிய உதாரணம், இரண்டு சக்திகள் சம இடையும் சம அளவும் கொண்டவை ஒரு கட்டிப் பொருளின் மேல் இரண்டு செல்திசையும் ஒரு நேர் வரையாகாதபடி பற்றுதல். வரைப். 26 பார்க்க.



(வரைப். 26.)

சச என்ற இரண்டு சக்திகள் சம அளவும் சம இடையும் கொண்டவை; பொருளை வலமாகச் சுழற்றும் இரட்டையாகும். இரு சக்திகளுக்கு இடைத்தொலை ய. சுழலிரட்டையின் ஆயப்பயன் = ச × ய. ஒரு ஆயத்தை வைத்துப் பெற்ற சுழல் ஆயப்பயனே அந்த ஆயத்துக்குச் ஓரிடையாக நிற்கும் வேறெந்த ஆயத்தை வைத்து மிருக்கும். ஏனெனின், ஆ என்ற குத்தில் காகிதத்திற்குச் செங்குத்தாக ஒரு ஆயத்தை வைத்துக்கொள்ளவும். அதன் தொலை

அண்டிய சக்திக்கு ர வாக இருக்கலாம். சுழல் ஆயப்பயன்கள்

சX ர இடம் சுற்று

(சXய+ ர) வலம் சுற்று.

ஆகையால் கழித்துப் பெறுவது சXய வலம். இதுவே இரட்டையின் தொகுபயன்.

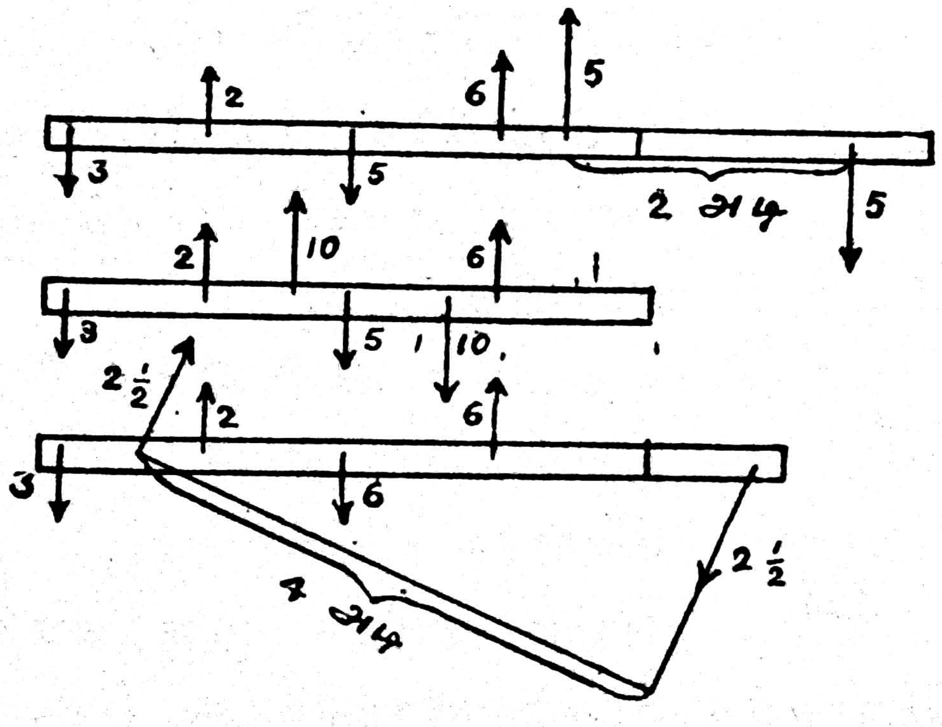
Plane= தளம்

ஆகையால் சுழல் விதி :—

சம இடையும் சம அளவுமுள்ள இரண்டு சக்திகளாலான சுழலிரட்டையின் ஆயப்பயன், சக்தி ஒன்றைச் செல்திசைகளின் நேர் இடைத்தொலையால் பெருக்கிய தொகையாகும். ஆயம், சக்திகளின் தளத்துக்குச் செங்கோடாக அமைக்கவேண்டும்.

ஆகையால் வரைப்படம் 25ல் காட்டிய சுழலிரட்டைக்கு எதிரீடு செய்து சமதுலை யுண்டாக்க, வலம் சுற்றும் ஆயப்பயன் 10 கொண்ட ஒரு சுழலிரட்டை பொருத்தவேண்டும். அதைச் சட்டத்தில் எவ்விடமேனும் பொருத்தலாம். கீழ்க் காட்டிய 27ம் வரைப்படத்தில் சமதுலைபெறப் பல வழிகள் காணலாம்.

சமதுலை கொண்ட எந்த நிலையிலும் பொருந்திய சக்திகளை, எதிரீடு செய்யப்பட்ட சுழலிரட்டைகளாகப் பகுத்துக் கொள்ளலாம்.



(வரைப் 27.)

58. ஏண்மையம்

ஒரு பொருளின் கனம் என்பது அதன் பொருண்மையைப் பூமி கவரும் சக்தியேயாகும். பொரு

Weight= கனம்

Centre of gravity = ஏண்மையம்

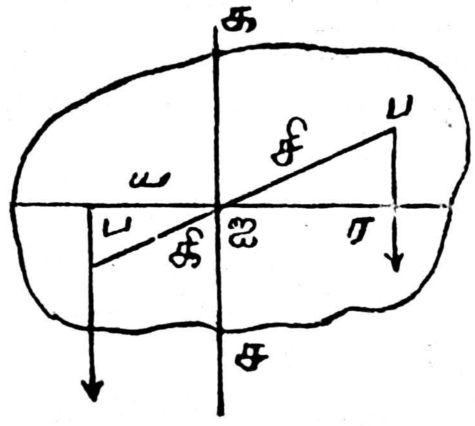
ளின் எல்லாக் கூறுகளுக்கும் கனம் உண்டு. ஆகையால் பொருளின் பல கூறுகளின் கனங்களும் சேர்ந்து, தரை நோக்கு செல்திசை கொண்ட பல ஓரிடை சக்திகளின் அமைப்பாகக் கருதலாம். இந்த பல ஓரிடை சக்திகளின் தொகுபயன், அவைகளின் கூட்டுத் தொகையான ஒரு சக்தியாகும். இதுவே பொருளின் மொத்த எடை.

பொருள் எந்த வாக்காகச் சாய்ந்தாலும் கனத்தினால் உண்டான தொகுபயன் சக்தி எப்போதும் பொருளில் ஒரு குறிப்பிட்ட குத்தின் வழியாகவே செல்லும் என்று நிரூபிக்கலாம். இந்தக் குத்துக்குப் பெயர் பொருளின் ஏண்மையம்.

பொருளின் கனத்தைப் பற்றிய ஆராய்ச்சிகளிலெல்லாம் கனமானது பொருளின் எல்லாக் கூறுகளிலும் பரந்து நிற்கும் என்பதை கவனித்தல் வேண்டியதில்லை. ஏண்மையத்தில் பற்றிய ஒரு தனி சக்தியாகவே கருதி ஆராயலாம்.

59. எந்தப் பண்டத்திற்கும் ஒரு ஏண்மையக்குத்து உண்டு.

$ப_1$, $ப_2$, இவை ஒரு பண்டத்தின் இரு கூறுகளின் பொருண்மையாக வைத்துக்கொள்வோம்.



(வரைப். 28)

38ல் கண்டபடி பொருண்மை யளவுக்குச் சமவீதமாகப் பொருளின் கனமிருக்கும்.

$ப_1$, $ப_2$, வின் இரண்டு கீழ்நோக்கு கனங்களை எதிரீடு செய்ய கச என்ற செங்கோட்டில் $ப_1 \times ய$ $ப_2 \times ர$ இருக்குமாறு ஒரு சக்தியை மேல் நோக்கிப் பொருத்த வேண்டுமாகும் (கூ. 54).

கச என்ற கோடு இரண்டு பொருண்மைகளைச் சேர்க்கும் கோட்டை ஐ என்ற குத்தில் வெட்டுகிறது. அந்தக்கோடு அவ்விடத்தில் கி சி, என்ற இரு பகுதிகளாக வெட்டப்படுகிறது. கனசக்திகளின் செல்திசை செங்

கோடானபடியால் இரண்டு முக்கோண்களும் ஓரே வடிவு முக்கோண்களாகும்.

ஆகையால் கி : சி : : ய : ர

$ப_1 \times ய = ப_2 \times ர$ என்று கண்டோமாகையால்

ய : ர : : $ப_2$: $ப_1$

ஆகையால் கி : சி : : $ப_2$: $ப_1$

இந்த வீதம், $ப_1$ $ப_2$ வரை எந்தச் சாய்வாக இருந்தாலும் வேறு படாது.

ஆகையால் பண்டம் எந்தச் சாய்விலிருந்தாலும் சம துலை சக்தி ஐ வழியாகவே செல்லவேண்டும். இப்பவும், $ப_1$ $ப_2$ இரண்டு பொருண்மைகளும் ஐ என்ற குத்திலேயே தொகுபட்டு நிற்பதாக வைத்துக்கொண்டு, பண்டத்தின் ஒரு மூன்ருவது கூறு $ப_3$ எடுத்துக்கொண்டு, $(ப_1 + ப_2)$ வின் கனமும், $ப_3$ வின் கனமும் தொகுத்துச் செல்லும் ஐ குத்தை கண்டுபிடிக்க. இம்மாதிரியே பார்த்துச் சென்ருல் பண்டத்தின் எல்லாக் கூறுகளின் பொருண்மையும் சேர்ந்து ஓரே குத்தில் தங்கள் கனத்தின் தொகுபயனுகச் செல்வதை அறிவோம்.

60. பொருண்மையம் அல்லது சடமையம்

மேலே விளக்கப்பட்ட ஏண்மையம், புவிக் கவர்ச்சி சம்பந்தப்படாத வகையிலும் கவனிக்கத் தக்க குத்தாகும். பண்டத்திலுள்ள பொருண்மையைப் பொருந்தி நிற்கும் குத்தானபடியால், ஏண்மையமே பொருண்மையம் அல்லது சடமையமுமாகும். அதாவது புவிக்கவர்ச்சியல்லாத வேறு சக்திகளின் பற்றுக்கும் பண்டம் அல்லது பண்டங்களைத் தொகுத்த ஒரு அமைப்புக்கு அதுவே மையக்குத்தாகும். உதாரணமாக, ஒரு எறிபடை சுழன்று சென்ருல், அது தன் பொருண்மையத்தில் செல்லும் ஒரு ஆயத்தைச் சுற்றித்தான் எப்போதும் சுழலும்.

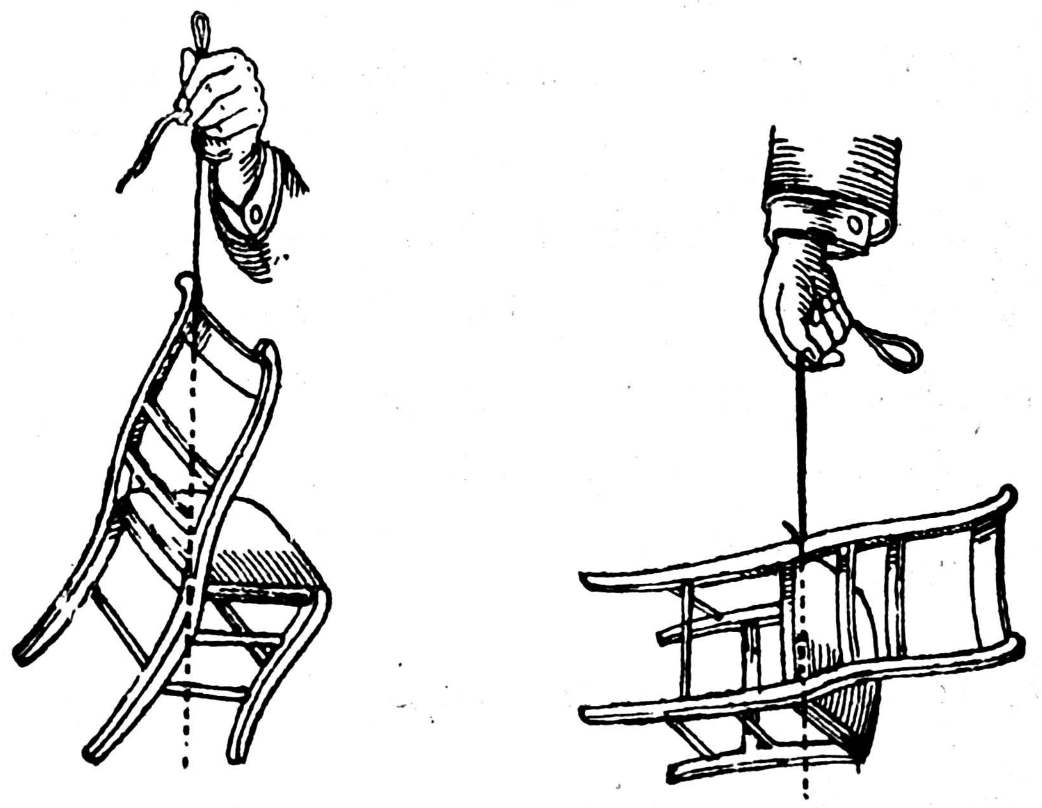
Centre of Mass = பொருண்மையம்
Centre of Inertia = சடமையம்

61. ஏண்மையத்தின் தானம்

ஒரு பண்டத்தை வடத்தில் கட்டித் தொங்க விட்டாலாவது, அல்லது ஒரு குத்தின் மேல் சம துலையாக

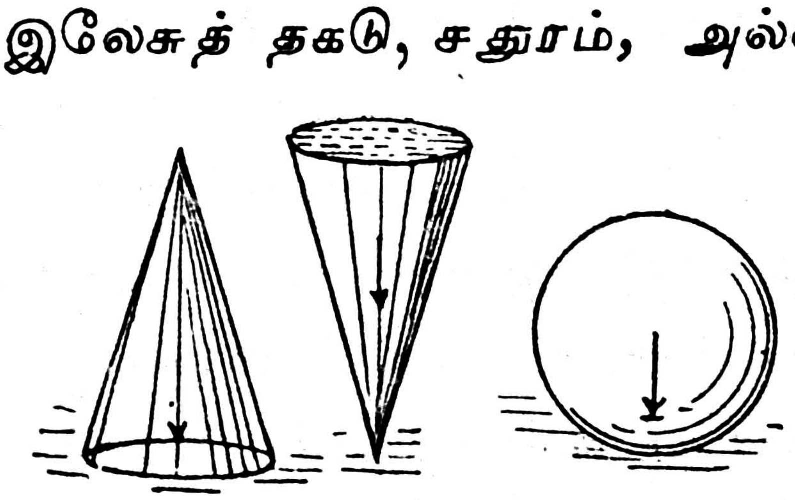
நிறுத்தினுலாவது, அதன் ஏண்மையம், தாங்கு குத்தின் வழியாகச் செல்லும் செங்கோட்டிலிருக்கவேண்டும். ஏனெனின்: சம துலையில் அமையும் இரண்டு சக்திகள் ஒரே நேர் வரையில் செல்லவேண்டும் என்று முந்தி கண்டோமாகையால், ஒரு குத்திலிருந்து முதலில் தொங்கவிட்டு மறுபடி மற்றொரு குத்தினின்று தொங்கவிட்டு, அவ்வாறு தீர்க்கப்பட்ட இரண்டு வரைகளின் வெட்டுக்குத்தே ஏண்மையமாகும். வரைப் படம் 29 பார்க்க.

நாற்காலியின் ஏண்மையம் பண்டத்தின் பொருளுக்குள்ளில்லாமல் அதற்கு வெளியில் நிற்பதை கவனிக்க.



(வரைப் 29.)

ஒரே பருமன் கொண்ட சட்டத்தின் ஏண்மையம், அதன் வடிவ மையத்தில் இருக்கும். ஒரே பருமனுன இலேசுத் தகடு, சதுரம், அல்லது நீள்சதுரம், அல்லது வேறு ஓரிடை நாற்கோணுகை விருந்தால் அதன் மூலைவிட்டங்களின் வெட்டுக்குத்தில் ஏண்மையமிருக்கும்.



(வரைப் 30.)

ஒரு படித்தானதும் ஒப்புமை பொருந்தியதுமான பொருளின் ஏண்மையம், அதன் ஒப்புமை நடுத் தளத்தில் தங்கும். ஒரு உருண்டை, வட்டம், அல்லது வட்டமான

Diagonal = மூலை விட்டம்
Point of intersection = வெட்டுக் குத்து
Symmetry = ஒப்புமை

தகடு இவைகளின் மையக்குத்தே எண்மையம். ஒரு சம சதுரக்கட்டியின் மையமே அதன் எண்மையமும் (வரைப் 30).

62. புவிக்கவர்ச்சியில் சமதுலை

ஒரு பண்டம் புவிக்கவர்ச்சியில் சம துலை கொள்ள, அதன் பளுவுக்குச் சமமான ஒரு சக்தி அதன் எண்மையத்தின் வழியாக மேல்நோக்கி அதைப் பற்றித் தாங்கவேண்டும். 30வது படத்தில் சம தளத்தின் மேல் தங்கி நிற்பதாகக் காட்டப்பட்ட கூம்புகளும் உருண்டையும் சம துலையில் நிற்கின்றன. பளுவுக்கு எதிரிடைச் சக்தி தளத்தின் எதிர் வினையால் பெறப்படுகிறது. ஆனால், முதல் கூம்பு நிலையுடைச் சமதுலை கொண்டிருக்கிறது. சிறிது சாய்த்துவிட்டால் முன்னிலை மீளும். இரண்டாம் கூம்பு அவ்வாறில்லை. அசைத்தால் மறுபடி தான் நின்ற நிலையைக் கொள்ளாது. இது நிலையிலாச் சமதுலை யென்று சொல்லப்படும். உருண்டையானது இடைபடு சமதுலைருயிலிப்பதாகச் சொல்லப்படும்; ஏனெனின் இடம் பெயர்ந்தாலும் சமதுலையிலிருக்கும். நிலையுடைச் சமதுலையில் நின்ற கூம்பைச் சிறிது சாய்த்தால், எண்மையம் மேல் தூக்கப்படும். இரண்டாவதான நிலையில், எண்மையம் தாழ்த்தப்படும்; உருண்டையில் எண்மையம் தூக்கப்படுதலுமில்லை தாழ்த்தப்படுதலுமில்லை. ஒரு பொருளின் பளுவானது அதன் எண்மையத்தில் பற்றும் ஒரு சக்தியாகக் கொள்ளப்படுவதால் அதை எதிர்க்கும் வேறொரு சக்தி பற்றாதவரையில் அது எப்போதும் எண்மையத்தைக் கீழ் நோக்கிச் செலுத்தவே பார்க்கும். ஒரு பார வண்டி மலை வழி ஏறினால் அதன் எண்மையத்தின் வழியாக நிற்கும் செங்கோடு, வண்டியின் வட்டுகளுக்கு இடையில் நிற்கவேண்டிப் பாரத்தின் எண்மையம் தாழ்ந்திருக்குமாறு பாரத்தை அமைக்க வேண்டும். எண்மையம் உயரத்தில் நின்றால், பாரத்தின் செல்திசை சக்கர இடையடிக்கு வெளியே விழும் நிலைமை ஏற்படக்கூடும்; அதனால் வண்டி குடை சாய்த்து விடும்.

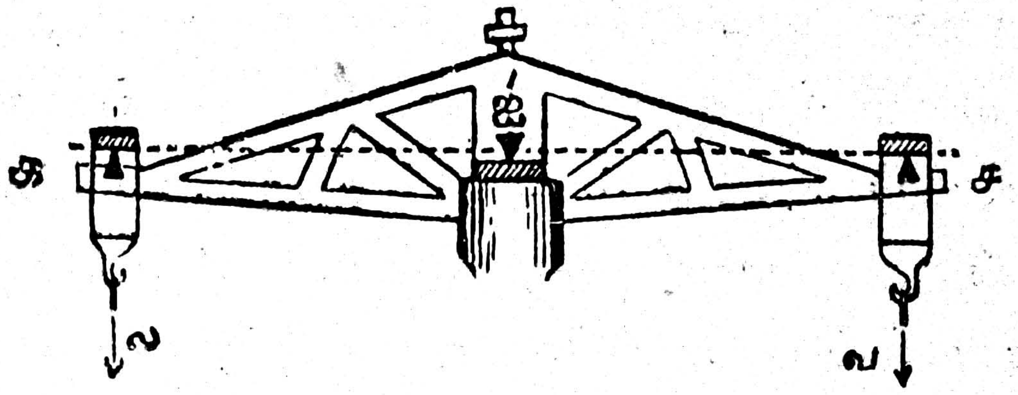
Stable= நிலையுடைச் சமதுலை
Unstable= இடைபடு சமதுலை
Neutral= நிலையிலாச் சமதுலை

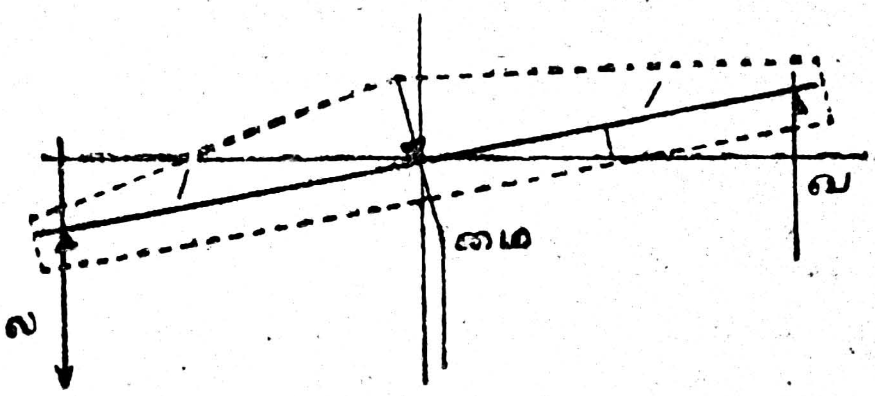
Cone= கூம்பு

63. தராசுகள்

Knife—edge = கத்திக் கூர்

தராசின் கோல் ஐ என்ற "கத்திக் கூர்" மேல் நிற்கும். தட்டுகள் க, ச என்ற கத்திக் கூர்கள் மேல் தொங்கும். இந்த மூன்று கத்திக் கூர்களும் கோலில் உறுதியாகப் பதிந்திருக்கும். மூன்று கூர் வரைகளும் ஒரிடையாகவும் ஒரே தளத்திலும் பொருந்தியிருக்கவேண்டும். ஐக வும் ஐச வும் சம நீட்டமாக விருக்கவேண்டும்.





[வரைப்படம். 31-32.]

க, ஐ, ச மூன்று குத்துகளும் ஒரு நேர் வரையிலிருக்கும். ல வின் பளுவு வ வைக்காட்டிலும் அதிகமாக வைப்போம். தராசுக் கோல் ல வின் பக்கம் தாழும். ஆகையால் தராசுக் கோல் சாய்ந்து கீழே விழுந்து போகக் கூடும். இதைத் தடுக்க, அதன் சுய பளுவையே பயன் படுத்தி, அதன் ஏண்மையம் ஐ என்ற கூரில் தங்காமல், அதற்குக் கீழ்ச் சிறுதொலையில் மை என்ற குத்தில் நிற்குமாறு அமைக்கப்பட்டிருக்கும். இப்போது, ல என்பது வவை விடப் பெரிதாகையால் கோல் சாய்ந்து அதன் ஏண்மையம் இடம் பெயரும்.

(ல—வ) வின் ஆயப் பயன் சாய்க்கும். தராசுக் கோலின் சுய பளுவினாலுண்டான ஆயப் பயன் அதை எதிர்க்கும். இரண்டு ஆயப் பயன்களும் சம ஈடு கொண்ட சாய்வில் கோல் நிற்கும். இந்தச் சாய்வு (ல—வ)க்குச் சமவீதமாக இருப்பதாகவே வைத்துக் கொள்ளலாம்.

ல் வுக்கும் வ வுக்கும் உள்ள ஏற்றக் குறைவுக்கு எவ்வளவுக்கெவ்வளவு அதிகமாகச் சாய்மானம் காட்டுகிறதோ அவ்வளவாகும் தராசின் நுண்மை. Sensitiveness = நுண்மை

கணக்குகள்

1. ஒரு மரச்சட்டம் 5 அடி நீட்டம், 2-ரா. எடை கொண்டது, இரு கோடியிலும் இரண்டு வில் நிறைமானிகளுக்குக் கட்டித் தொங்க, அதன் ஒரு கோடியிலிருந்து 2 அடி தொலையில் 10-ரா. பாரம் தொங்குகிறது. ஒவ்வொரு நிறைமானியிலும் எவ்வளவு சக்தி பற்றுகிறது? Spring balance = நிறைமானி

2. 20 அடி நீளங்கொண்ட ஒரு உத்திரத்தை ஒரு ஆள் ஒரு கோடியிலும், வேறு இரண்டு ஆட்கள் ஒரு குறுக்குச் சட்டத்தின் மேல் உத்திரத்தை வைத்து இருவர்களுமாகத் தூக்கிச் செல்கிறார்கள். மூவருக்கும் சம பளுவாகுமாறு குறுக்குச் சட்டம் எங்கே அமைத்திருக்க வேண்டும் ?

3. சம பருமனான ஒரு தூலம், 16 அடி நீட்டம், 120-ரா. கனம், ஒரு கோடியிலிருந்து 4 அடி தொலையில் ஒரு ஆதாரத்தின் மேல் மட்டமாகக் கிடக்கிறது. ஒரு ஆள் அதே கோடியிலிருந்து 1 அடி தொலையில் அதன் மேல் நிற்க தூலம் சம துலையாகத் தாங்கப் படுகிறது. அந்த ஆளின் கனம் என்ன ?

4. 52-ரா. பாரம் தொங்கும் ஒரு மூங்கிற்கழியை ஒரு பையன் ஒரு கோடியிலும் மற்றொரு கோடியில் ஒரு பெரிய ஆளுமாகத் தூக்கிச் செல்கிறார்கள். பெரிய ஆள் தூக்கும் பளுவில் $\frac{4}{9}$ பையன் பளுவாகுமாறு, பாரத்தை மூங்கிலில் எந்த இடத்தில் கட்டித் தொங்கவிட வேண்டும். ஒவ்வொருவன் தூக்கும் பளுவு என்ன ? கழியின் கனத்தைக் கவனிக்க வேண்டிய தில்லை.

5. மேற்சொன்ன கழி 10-ரா. கனமாகவும் சம பருமனாகவும் வைத்துக்கொண்டு, பையன் தூக்கும் பளுவுக்கு இருமடங்கு பெரியவன் பளுவாக அமைய ஒரு 50-ரா. பாரத்தை எந்தக் குத்தில் தொங்கவிட வேண்டும் ?

6. ஒரு பருமனான கம்பியின் கனம் 6-ரா. அதன் ஒரு கோடியில் 2-ரா. பாரம் ஒன்றும், மற்றொரு கோடியில் 7-ரா. பாரமும் தங்க, அதன் ஏண்மையம் கண்டுபிடிக்க.

7. ஒரு கம்பி நேர்மட்டமாக வைக்கப்பட்டு, அதன் இடக் கோடியிலிருந்து 2 அடி, 4 அடி தொலைகளில் முறையே 2, 4, அளவை கொண்ட சக்திகள் மேல்நோக்கிப் பற்றுகின்றன. அதே கோடியிலிருந்து 1 அடி, 5 அடி தொலைகளில் 3,1, அளவை கொண்ட சக்திகள் கீழ் நோக்கிப் பற்றுகின்றன. இவைகளைச் சம துலையில் நிறுத்த ஒரு சக்தி எந்த அளவை எந்தக் குத்தில் எவ்வாறு செலுத்த வேண்டும் ?

8. 7-வது கணக்கில் இன்னொரு சக்தி 2-அளவை கொண்டது கீழ் நோக்கி இடது கோடியிலிருந்து 3-அடி தொலையில் பற்றினால், சமதுலை எவ்வாறு அடையலாம் ?

9. 22-ம் வரைப்படத்தில் காட்டியபடி, 2 சதுர அடி கொண்ட சம சதுரப்பலகையின் பேரில் 5 சக்திகள் பற்றுகின்றன. சக்தியின் அளவைகள் முறையே மேலிருந்து 4, 2, 4, 5, 3. சமதுலை உண்டாக்க எந்தச் செல்திசை எந்த அளவைக் கொண்ட சக்தியை செலுத்த வேண்டிவரும் ? அதன் செல்திசை வரை, பலகை மையத்திலிருந்து என்ன தொலையில் நிற்கும் ?

10. வழுவழுப்பான ஒரு செங்குத்துச் சுவரின் அடியிலிருந்து 6 அடி தொலையிலும் தரைக்கு 30 அடி உயரத்தில் சுவரிலும் ஒரு ஏணி சாய்ந்து நிற்கிறது. ஏணியின் கனம் 60-ரா. அதன் ஏண்மையம், அடியிலிருந்து $\frac{1}{3}$ நீட்டத்தில் நிற்கிறதானால், சுவரின் மேல் அதன் அமுக்கத்தின் அளவும், தரையின் மேல் அதன் அமுக்கத்தின் அளவும் செல்திசையும் கண்டுபிடிக்க : அதாவது அதன் செங்கோட்டுப்பகுதியும், மட்டப் பகுதியும் என்ன ?

குறிப்பு : வழுவழுப்பு சுவருக்கும் ஏணிக்குமிடையிலுள்ள சக்தி சுவருக்குச் செங்கோடாகவிருக்கவேண்டும்.

11. 10-ம் கணக்கில் 150-ரா. கனமுள்ள ஒரு மனிதன் ஏணிமேல் மையத்தில் நிற்கிறான். சுவரின் மேல் அழுக்கமும், தரை முனையில் அழுக்கத்தின் இரு தொகு பயன்களும் கண்டுபிடிக்க.

12. 11-ம் கணக்கில் ஏணி எந்த நிலையில் வழுக்கி விழும் தன்மை அதிகம், ஆள் மேல்கோடியிலிருக்கும் போதா? கீழ் நிற்கும்போதா? காரணம் காட்டுக.

வினையும் திறனும்

64. வினை

Work = வினை

ஒரு மனிதன் ஒரு வாய்க்கால் வெட்டினால் அது வேலையாகும். அவ்வாறே மாடு பாரவண்டி யிழுத்தாலும் வேலையாகும். ஒரு வீடு கட்டும் போது உத்திரத்தை ஒரு கோடியில் ஒரு ஆள் தூக்கித் தாங்கி நின்றால், அது வும் வேலை யாகும். சக்தி செலுத்தி ஒரு பயனை அடைவ தால் இவை யெல்லாம் வேலை அல்லது வினையாகும்.

Energy = திறன்

ஆனால் இவைகளுள் ஒரு வேற்றுமை உண்டு. முத லிரண்டில், இயக்கம் உளது; நிலையான பயன் பெறப்படு கிறது. மூன்றாவதில், உத்திரம் இயக்கப்படவில்லை; வெறுமனே தாங்கப்படுகிறது. ஒரு மனிதனுக்குப் பதில் உயிரற்ற ஒரு முட்டுக்கால் வைத்தும் தாங்கியிருக்கலாம்.

பொருள் நூலில் வினை என்பது மேலே முதலிரண் டின் வகையாக இயக்கம்பெற்ற சக்திப் பிரயோகத்திற்கே குறியீடு. சக்தியின் அளவையை, அதன் செல்திசை யில் பொருள் என்ன தொலை இயங்குகிறதோ அதனால் பெருக்கி அடையும் தொகையே வினையின் அளவையாகும். ஒரு கிடங்கு வெட்டி, ஒரு டன் மண்ணைச் சராசரி 6 அடி உயரம் கிளப்பினால், செய்யப்பட்ட வினை $2000 \times 6 = 12000$ "ராத்தலடிகள்." பொருளின் இயக்கம் சக்தியின் செல்திசையிலில்லாதிருந்தால், அந்த வரையில் பெறும் இயக்கப்பகுதியை மட்டும் கண்டு எடுத்துக்கொள்ளப் படும். உதாரணமாக, ஒரு பார வண்டியில் ஒரு மூட்டை ஏற்றினால், தரையிலிருந்து நேராக எடுத்து ஏற்றினாலும் அல்லது சாய்பலகை மேல் உருட்டித்தள்ளி

Foot-pound = இராத்தலடி

Rate of work or power= வினைவீதம்

ஏற்றினும் செய்யப்பட்ட வினை ஒன்றேயாகும். பொருள்களின் கனம், நேர் செங்கோடாகக் கீழ்நோக்கிப் பற்றும் சக்தியாகும்; ஆகையால் கனத்தை எதிர்த்துச் செய்யப்பட்ட வினையின் அளவையைக் கணக்கிடுவதில் பொருள் இயக்கப்பட்ட செங்கோட்டுத் தொலையே கணக்கில் சேரும்.

ஒருசக்திபற்றிப் பொருள் இயங்கும்போது, வினை சக்தியால் செய்யப்பட்டதாகச் சொல்லப்படும். அல்லது பொருளின்மேல் வினை செய்யப்பட்டதாகவும் சொல்லலாம். இயங்குநிலையிலுள்ளபொருள் ஒருசக்தியால்தடுக்கப்பட்டால், பொருளால் வினை செய்யப்பட்டதாகச் சொல்லப்படும், அல்லது சக்திக்கு எதிராகச் செய்யப்பட்டதாகவும் சொல்லப்படும்.

ஒரு பளுவை மேல் தூக்கியோ, அல்லது ஒரு சுருள் வில்லை இறுக்கியோ, வினை செய்யப்பட்டால், அதற்காகக் கடந்தகாலம், ஒரு விநாடியாயினும் ஒரு மணியாயினும் வினையின் அளவு ஒன்றேயாகும். காலஅளவு வினைசெய்யப்பட்ட வீதத்தைக்காட்டுமேயொழிய, வினையின் மொத்த அளவில் வேற்றுமை உண்டாக்காது.

சக்தியும் தொலையும் இயங்கலகுகள். ஆனால், இவைகளின் பெருக்குத் தொகையான வினையானது இயங்கலல்லவென்பது கவனிக்கத்தக்கது. வினைக்கும் திசைக்கும் சம்பந்தமில்லை. சக்திகள் எத்திசையில் பற்றிய போதிலும், பொருளின் மேல் செயப்பெற்ற வினை மொத்தம் ஒவ்வொரு சக்தியால் செய்யப்பட்ட வினையைத் தனித்தனியாகக் கணக்கெடுத்து அவற்றைக் கூட்டவேண்டியது.

வினைக்கு இயக்கம் இன்றியமையாதது. மிகப்பெரிய பளுவு ஒரு தூணின் மேல் அமைந்திருக்கலாம். பளுவின் அளவு சக்தி பற்றி நின்றபோதிலும், யாதொரு வினையும் செய்யப்படவில்லை.

65. வினைவீதம்

குறிப்பிட்ட ஒரு அளவை கொண்ட வினை, சிறு காலத்திலோ நீண்டநேரத்திலோ செய்யப்படலாம். வாணிப

முறைத் தொழில்களில், வினை செய்யப்படும் விசை, அதாவது ஒரு விஞடி, அல்லது ஒரு மணியில் செய்யப் பட்ட வினையின் அளவு, ஒரு முக்கியமான அம்சமாகும். உதாரணமாக ஒரு பொறியை எடுத்துக் கொண்டால், ஒரு குறிப்பிட்ட கால அளவையில் அதன் வினைத்திறன் அறிய விரும்புவோம். இதை அதன் வினைவீதம் என் போம்.

வினைவீதங்களை அளத்தலுக்கு ஒரு விஞடியில், ஒரு கிழ் நூற்றுக் கோல் தொலை உயர்த்தப்படும் சீரெடைத் தொகை அளவையாகும். சில கணக்குகளில்ஒரு விஞடியில் ஒரு அடி தொலை உயர்த்தப்பட்ட ராத்தல் தொகையும் அளவையாகும்.

ஆயினும், பொறியியலில், ஜேம்ஸ் உவாட்டு என்பவரால் வழக்கத்தில் கொண்டு வரப்பெற்ற வினைவீத அளவையே சாதாரணமாக வழங்கிவருகிறது. அதற்கு குதிரை வீதம் என்று பெயர் [கு—வீ]. ஒரு கு வீ விஞடி ஒன்றுக்கு350 இராத்தலடி வீதம் அல்லது நிமிஷம் ஒன்றுக்கு 33000 இராத்தலடி.

Engineering = பொறியியல்

Horse-power = குதிரை வீதம்

ஒரு 10 கு-வீ பொறி 330 ரா. பாரத்தை $\frac{1}{10}$ நிமிஷத்தில் 100 அடி உயர்த்தும், அல்லது 3300.ரா வை அதே காலத்தில் 10 அடி உயர்த்தும்.

66. திறன்

வினையின் முக்கியமான இலக்கணம் என்னவென்றால், ஒரு பொருளின் மேல் செய்யப்பட்ட வினையினளவு அது தன் முந்திய நிலையை அடைவதில் தானும் செய்யும். வினை கொண்ட பொருளுக்குள்ள இந்த ஆற்றலுக்குத் திறன் என்று பெயர். வினை செய்யும் ஆற்றலின் அளவு திறனு கும். ஒரு வில் வளைக்கப்படும்போது வினை செய்யப்படும். அவ்வாறு வளைக்கப்பட்ட வில் திறன் அடையும். இதன் அளவு, அது மறுபடி நீளும்போது எவ்வளவு வினை செய்யும் என்பதே. ஒரு 10 ரா பாரம் 100 அடி உயரம் தரை மட்டத்திற்கு மேல் தூக்கப்பட்டால், 1000 ராத்தலடி

Energy = திறன்

வினை அதன் மேல் செலவழிந்தது. அது மறுபடி கீழ் இறங்கினால் அந்த அளவு (1000 ராத்தலடி) வினை செய்யும் திறனை அடைந் திருக்கிறது.

வளைக்கப்பட்ட வில்லின் திறன் அதனுள் உண்டான தகைவுகளினால் வில்லினுள்ளே தங்கிக் கிடக்கும். உயர்த்தப்பட்ட பாரத்தின் திறன் பாரத்தை மட்டும் பொருந்தியதல்ல. இரண்டு பொருள்கள், அதாவது பூமி பாரம் இரண்டையும் சேர்ந்து பொருந்தியது. அவ்விரண்டு பொருள்களுக்குள்ள கவர்ச்சியை எதிர்த்து அவை பிரிக்கப்பட்டு நிற்பதால் திறன் ஏற்பட்டிருக்கிறது.

67. திறன் வகைகள்

பல பொருள்கள் அல்லது ஒரு பொருளின் பல பகுதிகள் ஒன்றுக் கொன்று பொருந்திய இட வேறுபாட்டினால் தகைவுகள் உண்டாயின் திறன் உண்டாகும். மேலே கூறப்பட்ட இரண்டு உதாரணங்களும் இவ்வாறுண்டான திறன்கள். தகைவுக்குச் சம்பந்தப்படாத திறன் வகையும் உண்டு. அதாவது பொருளின் இயக்கத்தைப் பற்றியது.

உயர்த்தப்பட்ட பாரத்தை யாதொரு தடையுமின்றி விழ விட்டால், புவிக்கவர்ச்சி அதன் மேல் பற்றி, அது விழ விழ வினை செய்யப்பட்டதாகும்: திறன் செலவழிந்ததாகும். இந்த வினையின் பயன் பொருண்மைக்கு விசை தந்ததே யாகும். தரையை அடைந்ததும், உயர் நிலையால் அது பெற்றிருந்த திறன் முழுதும் செலவழிந்து விட்டது. ஆயினும் அது இப்போது கொண்ட இயக்கத்தின் பயனாக மறுபடி வினைசெய்யும் திறன் அதற்குண்டாயிற்று. சோதனைசெய்து அறிவது என்னவென்றால், இயக்கத்தை உண்டாக்க அதன்மேல் எவ்வளவு வினை செய்யப்பட்டதோ அதற்கு சரிசமமான வினை அது நிலைக்குவருவதற்குள் தானாகச் செய்யும்திறன் அதற்கு உண்டு. உயர் நிலையில் பொருள் அடைந்திருந்த திறனை அது கீழும் கொண்டேயிருக்கிறது. ஆனால் அது 'இயக்கத்திறன்'. ஒரு பொருள், அல்லது பல பொருள்கள் கூடிய ஓரமைப்பு, தன்

ஸ்தானத்தின் பயனாகவோ, அல்லது அக உறுப்பு நிலையினாலோ அடைந்த திறனுக்கு நிலைவினைத்திறன் என்று பெயர்.

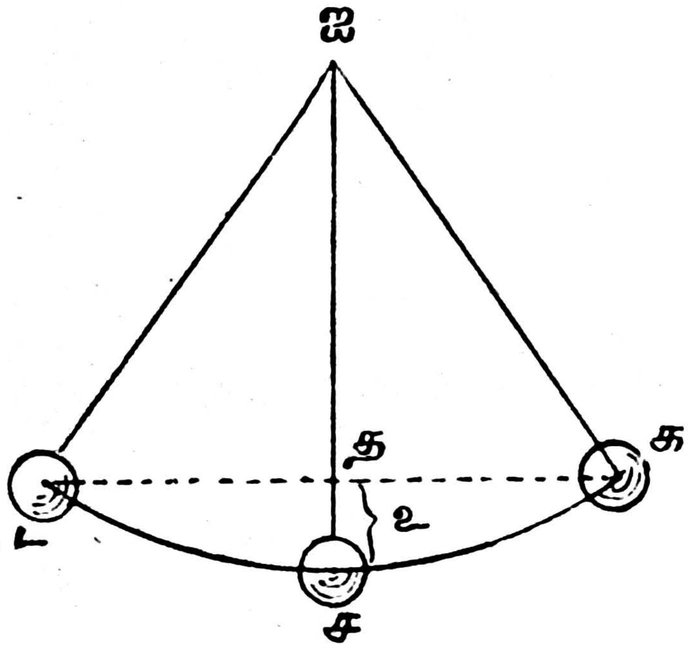
Potential energy= நிலைவினைத் திறன்

பொருண்மையின் விசையினால் ஒரு பொருள் பெறும் திறனுக்கு இயங்குவினைத்திறன் என்று பெயர்.

Kinetic energy= இயங்கு வினைத் திறன்

68. உதாரணம் : ஊசலி

வரைப் படம் 33 பார்க்க. ஒரு பொருண்மை ஊசலி யாகத் தடையின்றி வீசுமாறு கட்டித்தொங்கவிட்டால், க என்ற இடத்திற்கு உயர்ந்து சென்றதும், அது ச விற்கு மேல் த நிற்கும் உயரம், அதாவது உ என்ற செங்கோட்டுத் தொலை உயர்த்தப்பட்டது. ஆகையால் அதன் நிலைவினைத்திறன் ச விலிருந்ததைவிட க வில் அதிகம். இது ச விலிருந்து க வுக்கு அதைஉயர்த்திய வினையளவாகும். அதை மறுபடி விழவிட்டால்,அடியை அடையும். அவ்வாறு அடியை அடையும்போது அது அடைந்த விசையின் பயனாக, மறு பக்கத்தில் ட என்ற இடத்திற்கு க வுக்குச் சம உயரமாக போய்ச் சேரும். அது கீழிறங்கி ச என்ற இடத்தைச்சேரும்போது, பொருண்மை இயங்கு வினைத்திறன் அடைந்தது. முன் அடைந்திருந்த இட வலிமையை முற்றிலும் இழந்து, தன் மேல் செலுத்தப்பட்ட வினை முழுதும் இப்போது இயங்குதிறனாக மாற்றப் பட்டது.



(வரைப். 33)

பொருண்மை ச விலிருந்து ட வுக்கு ஏற ஏற, அதன் விசை தீர்ந்து விடுகிறது. ஏனெனின் விழும்போது கொண்ட இயங்குதிறன் மேலே எழும்போது செய்யப் பட்ட வினையாகச் செலவழிந்து போகிறது. இவ்வாறு செய் யப்பட்ட வினையின் பயனாக, அது மறுபடி நிலைவினைத் திறன் ஆகிறது. இப்படி ஊசலியானது திறனளவு மாறா

Pendulum =ஊசலி

மல் நிற்கிறது. நிலைவினைத்திறன் இயங்குதிறனாகவும், இயங்குதிறன் மறுபடி நிலைவினைத்திறனாகவும், இவ்வாறு மாறி மாறி, இரண்டின் கூட்டு மொத்தமும் ஒரே அளவாக நிற்கும். பிணர்வினாலும், வளி எதிர்வீச்சினாலும், வர வரத் திறன் அழிந்துபோகும் வரையில் இவ்வாறு நிற்கும்.

69. பிணர்வை எதிர்த்த வினை

Friction = பிணர்வு
Resistance = எதிர்வீச்சு.

மேற்கூறியதிற்கு மாறாகக் காணும் நிகழ்வு ஒன்றுண்டு அதாவது ஒரு பொருளின் மேல் செய்யப்பட்ட வினை, அதன் திறனைப் பெருக்காமலே தீர்ந்து போவது போல் காணும். இதை ஆராய்வோம். சம தளம் கொண்ட ஒரு மேடை மேல் ஒரு பாரத்தை ஓரிடத்திலிருந்து மற்றொரு இடத்திற்குத் தள்ளினால், பிணர்வை எதிர்க்கச் சக்தி செலுத்தி இடப் பெயர்ச்சி உண்டாக்குகிறோம். ஆனால் பாரம் முதலில் இருந்த தரை மட்டத்திலேயே தங்குகிறது. அதாவது புவிக்கும் பொருளுக்கும் உள்ள இடத்தொலை சமதளத்தின் மேல் இடம் பெயர்தலினால் மாறுபடவில்லையாதலால், முதலில் பொருளுக்கிருந்த வினைத் திறனே இரண்டாம் தானத்திலும், கொண்டிருக்கும். இயக்கம் தந்த வினை முழுதும் அழிந்து போனதாகத் தோற்றப்படுகிறது.

Heat = கனல்

ஆனால் இவ்வாறல்ல. ஆராய்ச்சிகளால் தீர்ந்த உண்மை என்னவென்றால், பிணர்வை எதிர்த்து வினை செய்யப்பட்டபோதெல்லாம், வினையளவுக்குச் சரிசமமானவீதம் கனல் உண்டாக்கப்படும். கனற்பொறி ஒன்றைக் கொண்டு வினை செய்விக்கும்போது, நாம் பெறும் வினையளவுக்குச் சரியாக கனல் செலவழிந்து போவதையும் காண்கிறோம். இதனால் நாம் அறிவது, பிணர்வை எதிர்த்து அழிந்து போவதாகக் காணப்படும் வினை, உண்மையில் அழியவில்லை; அது வேறொரு வகைத் திறனாக, அதாவது கனலாக உருமாறி நிற்கிறது.

ஆகையால் ஊசலியானது தொங்கு நுனியிலும், வளியூடு வீசும்போது உண்டாகும் எதிர் வீச்சினாலும், உண்டாகிய பிணர்வினால், ஊசல் முடிந்து நின்று விட்டால், முதலில் கொண்ட திறன் உண்மையில் அழிந்துபோகவில்லை; கனல்திறனாக மாறிவிட்டதென்று அறிவோம்.

70. திறன் வகைகள்

எண்ணற்ற சோதனைகளின் முடிவாகப் பொருள்நூற் புலவர்கள் தீர்மானித்திருப்பது யாதெனின், கனலும் ஒரு திறன் வகையே யன்றி, ஒலி, ஒளி, காந்தம், மின்சக்தி எல்லாமே திறன் வகை வேறுபாடுகளாகும். அவைகளை உண்டாக்கத் திறன் செலவழித்தல் வேண்டும். அவைகளால் நாம் பிறகு பெறக்கூடிய கனல் அல்லது பொறிவினையளவுக்குச் சரிசமமான வீதமே அவைகளை உண்டாக்க நாம் செலவழிக்க வேண்டிய திறனும் இருக்க வேண்டும்.

Molecule= மூலக்கூறு
Atom= அணு
Radiations =வீசு முறைகள்

பொருண்மை திறன்:
- இயங்கும் பொருள்கள். } இயங்குவினைத் திறன்
- மீள்வலிகொண்ட பொருள்கள் தகைவு நிலையிலிருத்தல்.
- பொருட் கவர்ச்சியை எதிர்த்த பொருள்களின் விலகு நிலை. } நிலை வினைத் திறன்
- ஒலி,—இயங்குவினைத்திறன், நிலைவினைத்திறன் இருவகையும்

Gravitation =பொருட் கவர்ச்சி

அணுக்கள் மூலக்கூறுகள் இவைகளின் திறன் } கனல்
அணுத்திறன், மூலக் கூறு இயைபு வினை. [திறன்

Chemical action= இயைபு வினை

ஆகாசத் திறன்— { மின் சக்தி நிகழ்ச்சிகள்
காந்த நிகழ்ச்சிகள்
ஒளி—மற்ற வீசு முறைகள் }

இந்தப் பல்வகை நிகழ்வுகளை ஆராயும்போது அவைகளில் கலந்த திறன்கள் ஒருவகைமாறி வேறு வகையாவதும், அது மறுபடியும் மற்றொரு வகையாவதும் காண

லாம். ஆனால் ஒவ்வொரு மாறுபாட்டிலும் வினை செய்யும் திறன் அல்லது கனலுண்டாக்கும் திறனைக் கொண்டு அளந்து பார்த்தால் திறனளவையில் மட்டும் யாதொரு ஏற்றத்தாழ்வும் இருக்காது, ஒரே அளவாக இருக்கும்.

Law of Conservation of Energy = திறனழிவின்மை விதி

இம்மாதிரி திறன் என்பது பலவகையாக இருப்பதை யறிந்து, அது வகை மாறும்போது பிழையற அளவுகளை நுட்பமாக எடுத்துப் பார்த்து, பொருள்நூற் புலவர் ஒரு பெரிய முடிவுக்கு வந்துளர். இதுவே திறனழிவின்மை விதி என்பது. அது யாதெனின், ஒரு பொருளமைப்பானது தனக்குள் நின்ற திறனைப் புறஞ் செலுத்தாமலும், புறத்திலிருந்து திறனை உட்கொள்ளாமலும் நின்றால், தனக்குள் எவ்வித நிகழ்வுகளாவது வேறுபாடுகளாவது நிகழ்ந்தாலும், தான் கொண்டிருக்கும் திறன், எந்திர வினையாகவாவது, ஒலி, கனல், ஒளி, மின்சக்தி காந்த வினைகளாகவாவது எங்ஙனம் வெளியாயினும், மொத்தத் திறனளவு ஏற்றக் குறைவில்லாமல் ஓரளவாகவே நிற்கும்.

இவ்வாறு மாறுபாடுகளை யெல்லாம் விடாமல் கண்டு அளப்பது மிகவும் கடினம். உதாரணம்: ஒரு பீரங்கியிலிருந்து குண்டு பாய்வதாக வைத்துக்கொள்வோம். பீரங்கிக்குள் வெடி மருந்து எரிந்து உண்டான வாயுத்திரளின் வினை அதாவது பருமன் பெருக்கத்தின் பயனாக பீரங்கிக் குண்டு திறன் கொள்ளுகிறது. அது இயங்கும்போது, வளியின் எதிர் வீச்சு அதைத்தடுக்கிறது. அதனால் இயங்கு வினைத்திறன் ஓரளவு இழக்கிறது. அந்தச் செலவுக்குச் சரிசமனாக வளியூடுசெல்லும்போது உண்டான பிணர்வினால் கனல் உண்டாகிறது. குறியைத் தாக்கும்போதுஒலியுண்டாகிறது. ஒலியலைகளில் ஓரளவு திறன் செலவாகிறது. சுடும்போது வெளிச்சமும் உண்டாகும். அதுவும் ஓரளவு திறன் செலவழிந்தே உண்டாகும். குறியில் பட்டதும் குறியிலும் குண்டிலும் கனல் உண்டாகும். துண்டுகள் சிதறிச் செல்லும், இவையும் குண்டின் இயங்குவினைத் திறனின் செலவேயாகும். இவ்வாறு கூட்டிப்பார்த்தால் கொண்ட திறனுக்குச் சரியாகக் கணக்கு ஏற்படும். குண்டினால் உண்டாக்கப்பட்ட

திறன்களை யெல்லாம் விடாமல் கூட்டிப்பார்த்தால், மொத்தம் அதன் இயக்கத்திற்கு வேண்டியிருந்த வெடிமருந்தின் வினையின் அளவுக்குச் சரியாக விருக்கும் என்பது திறனழிவின்மை விதியிலிருந்து கொள்வோம்.

இந்த விதியே பொருள்நூலில் மிகவும் முக்கியமானதும் பேரடங்கலுமான தத்துவம். பொருள் நூல் வளர்ந்தோங்கியதற்குக் காரணம் இந்த உண்மையைக் கண்டறிந்ததே யாகும். திறனின் அளவைகளைப் பிழையின்றிச் சரியாக அளந்த ஒவ்வொரு சோதனையும் இந்த உண்மையை ஊர்ச்சிதப்படுத்தி யிருக்கிறது. பொருள் நூலில் வேறெந்தத் தத்துவமும் இதை விட உறுதியாக நிரூபிக்கப் படவில்லை. எந்த நிகழ்ச்சியிலாவது சம்பந்தப்பட்ட திறனைச் சரிவரத் தீர்த்துக் காண்பது இதனுல் மிகவும் முக்கியமாகிறது. எந்தப் பூத நிகழ்ச்சியை ஆராய்ந்தாலும் இவ்வாறு திறனளவைகளைக் கவனிப்பது இன்றியமையாத முறையாகும்.

71. திறனின் சேதம்

பிணர்வும் அத்தகைய மற்றத் தடைகளும் பிரகிருதியில் எங்கும் பரவி நிற்பதால், பல்வகைத் திறனும் வரவரக் கனலாக இடைவிடாமல் மாறிக்கொண்டே வருகிறது. அவ்வாறுண்டான கனல் ஒரு பொருளினின்று மற்ற பொருள்களுக்கு கடந்து சென்று கொண்டே போவதால், வர வர உலகம் முழுதும் சம வீதமாகப் பரவிப் போய்க் கொண்டிருக்கிறது. திறனுக்கு அழிவில்லையாயினும் கனலுருவில் பரவியிருப்பது உண்மையாயினும், பயன்படும் வகையில் அந்தத் திறன் நமக்கு எட்டாமல் நிற்கும். ஆகையால் கிடைக்கும் திறன் மொத்தம், வரவர உலகத்தில் இவ்வாறு கைக்கு எட்டாத வகையாக மாறிப்போய்ச் சேதப்பட்டு வருகிறது.

72. பிணர்வு

ஒரு பொருள் மற்றொன்றின்மேல் நழுவிச் செல்லும் பொழுது இரண்டிற்கும் இடையில் இயக்கத்தை எதிர்க்

கும் சக்திக்குப் பிணர்வு என்று பெயர். அது எப்போதும் இயக்கத்தைத் தடுக்கும் சக்தியே யாகும். அதன் அளவு உராய்ந்து நிற்கும் இரண்டு பரப்புகளின் இயல்பைப் பற்றியும், இரண்டு பரப்புகளைச் சேர்த்து நெருக்கும் சக்தியின் வைப் பற்றியும் நிற்கும். மனித வாழ்க்கைக்கு இது முக்யமான சக்தி. இயற்கையமைப்பில் பிணர்வென்பதில்லாவிடின், ஆணி அடித்தல், திருகு முடுக்குதல், முடி முடித்தல் எதுவும் இயலாது. கயிறுதிரித்தல் முடியாது. தரைமேல் சாதாரணமாய் நடத்தலுங்கூட முடியாத காரியமாகும். இவை யனைத்தும் ஓரளவு பிணர்வுத் தடையிருப்பதினுல் தான் சாத்தியம். ஆயினும் யந்திரங்களில் பிணர்வு நீக்க விரும்புகிறோம். அவைகளின் திறன் பிணர்வினுல் கனலாக மாற்றப்பட்டுப் பயனற்றுப் போவதால், எவ்வளவு பிணர்வு குறைக்கமுடியுமோ அவ்வளவு லாபம். பிணர்வென்பது பொருளின் பரப்புகளிலிருக்கும் நுண்ணிய சரசரப்புகள் ஒன்றிலொன்று மாட்டிக் கொள்வதினுலும் மிக நெருங்கிய குத்துக்கள் ஒன்றுக்கொன்று பற்றிக் கொள்வதினுலும் உண்டாவதாகக் கொள்ளலாம். ஆகையால் பரப்புகளுக்கு மெருகு கொடுத்தலினுல் பிணர்வு குறையும். மெருகுகொண்ட பரப்புகளில் ஒன்றிலொன்று பூட்டிக்கொள்ள நுண்ணிய மேடு பள்ளங்கள் இல்லாமையும், இரண்டு பொருள்களும் கூடுமிடம் விரிந்து நிற்பதால் இடையிலுள்ள எண்ணெய் அல்லது வளிப் படலத்திற்குப் வாய்ப்பு அதிகமாகிறது. இரண்டு பரப்புகளுக்கிடையில் பிணர்வானது தொடங்கும்போது அதிகம்; இயக்கம் ஏற்பட்ட பின் பிணர்வு குறைகிறது. இயக்கமின்றி ஒன்றை மற்றொன்று பற்றி நிற்கும்போது இடையிலுள்ள வளிப்படலம் அல்லது எண்ணெய், பிழிபட்டு நீங்குவதால் இவ்வாறு தொடக்கத்தில் பிணர்வு அதிகமாதலென்றும் இயக்கம் கொண்டபின் குறைதல் என்றும் கருதப்படுகிறது.

Rolling friction = உருள் பிணர்வு

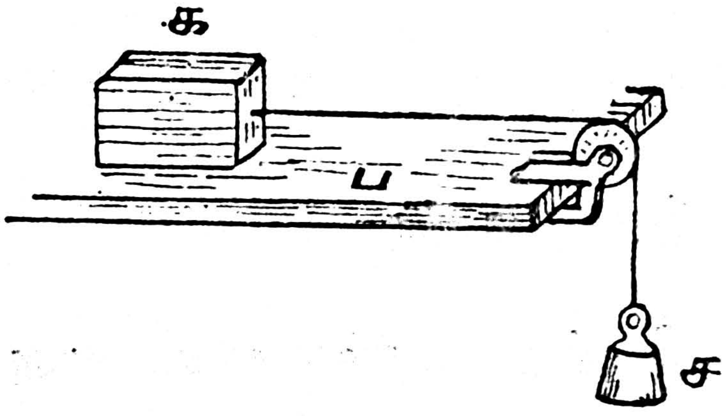
Sliding = உராய் பிணர்வு

ஒரு பரப்பின்மேல் மற்றொரு பொருள் உருண்டு செல்லும்போதும் பிணர்வு உண்டாகும். ஆனல் குறிப்பிட்ட பரப்புகளுள் நழுவு பிணர்வைவிட உருள் பிணர்வு

குறைந்ததாகும். நன்றாக மெருகிட்ட பரப்புகளுள் உருள் பிணர்வுக்குக் காரணம் உருளும் பொருளும் தாங்கும் பரப்பும் சேரும் இடத்தில் அமுக்கப்பட்டு, ஓரளவு நெருக்கப்படுகின்றனவென்பதே. இது மிக நுண்ணிய அளவேயானாலும், இதனால் பொருளின் வடிவம் மாற்றப்படுகிறது. மீள் சக்தியினால் வடிவம் மறுபடி முன்போல் ஆகுமானாலும், விகாரப்படுவதை எதிர்த்த சக்தியளவு மீள்சக்தியிராது.

73. பிணர்வு விதிகள்

ச என்ற பாரத்தால் க என்ற கட்டை இழுபடுவதாய் வைப்போம். தொடக்கத்தில் இழுக்கச் சக்தி போதாதாயினும், இயங்கியபின் சமவிசையுடன் கட்டை செல்லுவதற்குப் போதிய பளுவில் ச வை அமைக்க. அப்போது ச வின் நிறையும் பிணர்வு சக்தியும் சமம். ஏனெனின், இயக்கத்தில் பிணர்வினால் உண்டாகும் தடைக்கு அது சமதுலே.



(வரைப். 34)

இவ்வாறு சோதித்துப் பார்த்தால், இரண்டு பரப்புகளையும் ஒன்று கூட்டி அழுக்கும் சக்தியின் அளவுக்கு பிணர்வு சம வீதமாக விருக்கும் என்பதைக் காண்போம்.

க வின் நிறை 5-ரா ஆயின், அதன் மேல் மற்றும் ஒரு 5-ரா பளுவு வைத்துப் பார்த்தால் பிணர்வு சக்தி இரு மடங்காவதைக் காண்போம்.

வேற்றுமை மிதமிஞ்சிப் போகாத வரையில், கூடும் பரப்புகளின் அளவு பிணர்வை வேறுபடுத்தாது என்பதும் காண்போம். உதாரணமாக, க என்ற கட்டை நீட்டத்தில் இழுபட்டாலும் அகலத்தில் இழுபட்டாலும் எப்புறமாக வைத்தாலும் அதன் பட்டைகள் ஓரே சமன் கொண்டவையாயின் பிணர்வு சக்தி ஓரேயளவாக நிற்பதைக் காண்போம்.

ஓரளவிற்குள்ளிருக்கும் வரையில், நழுவும் விசை வேறுபாடுகளினுல் பிணர்வின் அளவில் ஏற்றக்குறைவு உண்டாகாது. சாதாரண விசைகளுக்கெல்லாம் ஓரே பிணர்வு தான் நேரும். ஆனுல் இயக்கத்திலுண்டாகும் பிணர்வை விட நிலைப்பிணர்வு அதிகம்; அதாவது தொடக்கத்தில் பிணர்வு அதிகம் ஆயினும், இந்த விதிகள் ஓரளவுக்கு மேல் வழுவும் என்பதை கவனிக்கவேண்டும். ஒரு பரப்பு மிக நுண்ணிய அளவாக இருந்தால், உதாரணமாக, ஒரு சமப் பரப்பின் மேல் மற்ருெரு பொருள் ஒரு குத்தின் மேல் தங்கினுல், அல்லது, ஒன்று மற்ருென்றின் மேல் மிகப் பாரத்துடன் அதைக் குழிப்படுத்திப் பற்றி நின்ருல் பொருளின் பரப்பைக்கிழித்துக் கொண்டே தான் இயங்க முடியும். அந்த நிலையில் மேலே கூறிய விதிகள் பொருந்த மாட்டா.

74. பிணர்வு கெழு எண்

Coefficient =கெழு
Constant= மாறு எண்

பிணர்வின் முதல் விதியிலிருந்து நாம் அடைவது, குறிப்பிட்ட இரு பரப்புகளை எடுத்துக்கொண்டால், அவைகளுக்குள் பிணர்வு சக்தியை, அவைகளை ஒன்றுகூட நெருக்கும் சக்தியால் வகுத்துப் பெறும் எண் ஒரு மாறு எண்ணுகும். இந்த எண் அந்தவகைப் பரப்புகளின் பிணர்வு கெழு என்று சொல்லப்படும். அந்த கெழுஎண்ணை அமுக்கும் சக்தியால் பெருக்கினுல் எவ்வளவு பிணர்வு உண்டாகும் என்று அறிந்து அதை நீக்க வழி தேடலாம்.

உதாரணம்: இரும்புச் சக்கரங்கள் தண்டவாளத்தின் மேல் உருண்டு செல்லும் பிணர்வு கெழு 0·004 ஆனுல், சக்கரங்கள் 1000 ரா பளுவுடன் தண்டவாளத்தின்மேல் நின்ருல், பிணர்வு நீக்க 4-ரா சக்தி வேண்டுமாகும்.

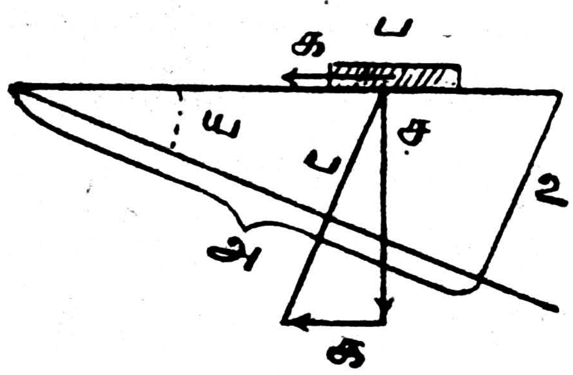
பல குறிப்பிட்ட பரப்புகளுக்குப் பொறிக் கலைஞர்கள் பிணர்வு கெழுக்கள் கண்டிருக்கிருர்கள். அவ்வப் பரப்புகளுக்கு உண்டான கெழுவைப் பாரத்திருல் பெருக்கிஞல் பிணர்வை எதிர்த்து இயக்கக்கூடிய சக்தி இவ்வளவு என்று உடனே அறிந்து கொள்ளலாம்.

75. நழுவாக்கோண் வரம்பு

எந்தக் கோண் சாய்மானம் வரையில் ஒரு தளத்தின் மேல் தங்கும் வஸ்து நழுவாமல் நிற்கும் என்பது இருபரப்புகளுக்குமுள்ள பிணர்வு கெழுவினின்று தீர்மானமாகும்.

ய கோணமாக ஒரு தளம் சாய்ந்திருந்து அதன்மேல் ப நிறை கொண்ட ஒரு வஸ்து தங்கியிருப்பதாக வைப்போம்.

பளுவை ப சக்தி செங்குத்தாகக் கீழ்நோக்கி இழுக்கிறது.



[வரைப். 35.]

இந்த ப சக்தியை இரு பகுதிகளாகப் பிரிக்கலாம்: ஒன்று க தளத்திற்கு ஓரிடை செல்திசை கொண்டதாகவும், மற்றொன்று ச தளத்துக்குக் குத்துக்கோடாகவும். தளத்துக்குக் குத்துக்கோட்டு செல்திசை கொண்ட பகுதி சக்தி, தளத்தின் மேல் பளுவின் அழுக்கமாகும். தளத்துக்கு ஓரிடை செல்திசை கொண்ட பகுதி வஸ்துவைத் தளத்தின் மேல் நழுவச் செய்யும் சக்தியாகும்.

பாரத்திற்கும் சாய்தளத்திற்கும் இடையில் நேரும் பிணர்வு கே × ச ஆகும். கே என்பது பிணர்வு கெழு, ச என்பது அழுக்கம். பிணர்வானது க வைவிடக் குறைந்ததாயிருந்தால் பாரம் சாய்தளத்தின்மேல் வளர் விசையுடன் நழுவும். பிணர்வானது க வை விட அதிகமாயின், பாரம் தளத்தின் மேல் தங்கும்.

தளத்தின் சாய்மானம் உயர உயர, ச குறையும். கே என்பது மாறுத எண். ஆகையால் தளத்தின் சாய்மானம் உயர்ந்தால் பிணர்வு குறையும். செங்குத்தாக நின்றால் பிணர்வு சுன்னமாகும்.

ய என்ற கோணம் நழுவாக் கோண் வரம்பாக வைத்தோமானால், அந்த நிலையில், க சக்திக்குச் சம துலையாகப்

By similar triangles= ஒருபோன்மை முக்கோண் விதிப்படி

பிணர்வு சக்தி நிற்கும். ஆகையால் கெ × ச = க. அந்த நிலையில் பாரம் தானாக நழுவாது. ஆனால் நழுவவிட்டால், மாறாத விசையுடன் நழுவும்.

$$இந்நிலையில் கெ = \frac{க}{ச}$$

ஒரு போன்மை முக்கோண் விதிப்படி

$$\frac{க}{ச} = \frac{உ}{அ}.$$

$$\therefore கெ = \frac{உ}{அ}.$$

Tan.= கோ. இ.

அதாவது கெ = (கோ. இ) ய.

ஆகையால், எடுத்துக்கொள்ளப்பட்ட எந்த நிலைமையிலும் நழுவாக்கோண் வரம்பு கண்டோமானால், பிணர்வு கெழு உடனே தீர்த்து அறியலாம்.

76. பிணர்வைக் குறைக்கும் வழி

Hard= கடுத்தம்

பிணர்வைக் குறைக்க, பரப்புகள் கடுத்தமாகவும், நுண் மெருகேறியவையாகவும் செய்யவேண்டும். அதிகத் தேய்வு நேரும் அமைப்புகளில், ஒரு தேய் பரப்பை மற்றதைவிட அதிகக் கடுத்தமாகச் செய்து அமைப்பது வழக்கம். நீராவிப் பொறிகளில் பவ்வச்சுகளை மெருகு உருக்கால் செய்து, பித்தளைப் பெட்டகத்துள் சுற்றுமாறு அமைத்திருக்கும். இரண்டும் உருக்காக இருப்பின் பிணர்வு அதிகம். ஒன்று பித்தளையாயிருப்பின் பிணர்வு குறைவு.

Cronk= பவ்வச்சு

உருள்பிணர்வு உராய்பிணர்வைவிட மிகவும் குறைவாகும். இதனால்தான் எல்லா வாகனங்களுக்கும் சக்கரங்கள் அமைப்பது. சக்கரத்தின் விட்டம் அதிகமாயின் பிணர்வு ஓரளவு குறையும்.

Diameter= விட்டம்

axle= அச்சு

Sliding friction= உராய் பிணர்வு

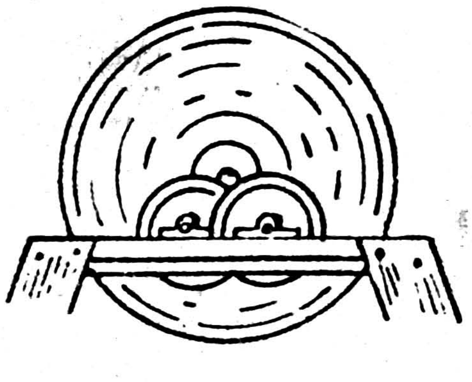
சக்கரங்கள் அமைந்திருப்பினும், குடத்தில் அச்சுக்கும் அது சுழலும் பரப்புக்கு மிடையில் தேய் பிணர்வு உண்டு. இதைக் குறைக்க அச்சின் பருமனைக் குறைக்க வேண்டும். அச்சுக் கம்பியின் விட்ட அளவு குறையக் குறைய, பிணர்வு குறையும். அச்சின் நீட்டமாவது, குடத்

தில் தேய்வுப் பரப்பின் நீட்டமாவது பிணர்வில் ஏற்றக் குறைவு உண்டாக்காது.

சக்கரத்திற்கும் அதன் அச்சுக்குமுள்ள தேய் பிணர்வை நீக்க, சுழல் பெட்டியில் கோலியமைப்பு வைக்கப்படும். இதிலுங்கூட இரு கோலிகள் ஒன்றின் மேல் ஒன்று உராயும்போது, ஓரளவு உராய் பிணர்வு நிகழும்.

Ball bearings= கோலி யமைப்பு

சில சமயம் இரண்டு சிறு சக்கரங்களின் விளிம்பு களின் மேல் தங்குமாறு அச்சு அமைக்கப்படும். இவை களுக்குப் பிணர்வு சக்கரங்கள் என்று பெயர். கல்லேந்திரங் கள் இவ்வாறுதான் அநேகமாய் அமைக்கப்படும். வரைப் படம் 36 பார்க்க.



[வரைப் 36.]

வழுப்புப் பொருள்கள் உபயோ கிப்பதினால்பிணர்வுமிகவும் குறைந்து போகும். எண்ணெய், கொழுப்பு, சவுக்காரம் இவை வழுப்புக்காக உபயோகப்படும். உராயும் இரு பரப்புகளிலும் வழுப்புப் பொருள் பரவி மூலப்பரப்புகளுக்குப் பதிலாக வழுப்புப் பொருளின் இரு புரைகள் ஒன்றுக்கொன்று உராய்ந்து பிணர்வைக் குறைக்கும். உராயும் பரப்புகள் ஒன்றின் மேல் ஒன்று அதிக அமுக்கத்துடன் அமைவதாயிருந்தால், தடிப்பான எண்ணெய் உபயோகிக்கப்படும். பெரிய யந்திரங்களில் இவ்வாறு தடிப்பெண்ணெய் போடப்படும். அமுக்கத்தினால் தடி வழுப்பு வெளியே வந்து விடாமல் தங்கும். இலேசான எந்திரங்களில், உதாரணமாகக் கெடிகாரங்களில், இலேசான எண்ணெய் உபயோகிப்போம். மர அச்சுக்களுக்கு எண்ணெய்போட்டால் பிணர்வு அதிகமாகுமே யொழியக் குறையாது. எண்ணெய் மரத்திற்குள் ஊறி மரத்தை உப்பச் செய்யும். ஆகையால் மரத்தில் மரம் உராயும் போது ஈரமற்ற சவுக்காரம், மெழுகு இவை போன்ற வழுப்புகள் தான் மேலானவை.

KABEER PRINTING WORKS
TRIPLICANE MADRAS